



Assemblée générale

Distr.
GÉNÉRALE

A/51/390
20 septembre 1996
FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

Cinquante et unième session
Point 62 de l'ordre du jour

QUESTION DE L'ANTARCTIQUE

Situation de l'environnement en Antarctique

Rapport du Secrétaire général

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
Sigles et acronymes		3
I. INTRODUCTION	1 - 3	4
II. RÔLE DE L'ANTARCTIQUE DANS LE SYSTÈME ÉCOLOGIQUE MONDIAL	4 - 7	4
III. ACTIVITÉS DU TRAITÉ DU SYSTÈME DE L'ANTARCTIQUE ET DES INSTITUTIONS INTERNATIONALES	8 - 58	6
A. Le Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement	8 - 13	6
B. Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique	14	7
C. Convention sur la protection de la faune et de la flore marines de l'Antarctique	15 - 19	7
D. Convention internationale pour la réglementation de la chasse à la baleine	20 - 23	8
E. Recherche scientifique et protection de l'environnement dans l'Antarctique	24 - 37	8
F. Gestion des données sur l'Antarctique	38	12

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
G. Organisations internationales	39 - 55	13
H. Surveillance de l'environnement en Antarctique	56 - 58	16
IV. SITUATION DE L'ENVIRONNEMENT EN ANTARCTIQUE : SYNOPSIS DES DERNIERS RÉSULTATS	59 - 111	17
A. Activités scientifiques et de soutien	60 - 63	17
B. Le tourisme en Antarctique	64 - 74	19
C. La pêche	75 - 84	22
D. Polluants à longue distance	85 - 92	24
E. Appauvrissement de la couche d'ozone	93 - 97	26
F. La glace de mer	98 - 103	29
G. Inlandsis	104 - 111	31
V. CONCLUSIONS	112 - 123	34
A. Questions d'ordre écologique	112 - 117	34
B. Rapport exhaustif sur la situation de l'environnement antarctique	118 - 123	35

SIGLES ET ACRONYMES

ANTOSTRAT	Projet de stratigraphie acoustique au large des côtes antarctiques
ASOC	Association Antarctique-océan Austral
BIOTAS	Études biologiques des systèmes antarctiques terrestres
CFC	Chlorofluorocarbone
CIUS	Conseil international des unions scientifiques
COI	Commission océanographique intergouvernementale
CSRO	Comité scientifique pour les recherches océaniques
GCTE	Projet sur le changement mondial et les écosystèmes terrestres
GESAMP	Groupe mixte d'experts chargés d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers
GIEC	Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
GIPME	Étude mondiale de la pollution dans le milieu marin
GRID	Base de données sur les ressources mondiales
OMM	Organisation météorologique mondiale
PIGB	Programme international sur la géosphère et la biosphère
PMRC	Programme mondial de recherche sur le climat
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
programme SO- GLOBEC	programme d'étude de la dynamique entre l'océan Austral et l'écosystème mondial
SCAR	Comité scientifique pour les recherches antarctiques
UICN	Alliance mondiale pour la nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
VAG	Veille de l'atmosphère globale
VMM	Programme de la Veille météorologique mondiale
WOCE	Expérience sur la circulation océanique mondiale

I. INTRODUCTION

1. Le présent rapport fait suite à la résolution 49/80 du 15 décembre 1994 de l'Assemblée générale sur la question de l'Antarctique et en particulier au paragraphe 2 de la résolution par lequel l'Assemblée demande qu'un rapport sur les informations fournies par les États qui sont parties à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique à propos de leurs activités dans l'Antarctique lui soit soumis à sa cinquante et unième session¹.

2. Ce rapport constitue aussi une mise à jour des rapports présentés auparavant à propos de la situation de l'environnement dans l'Antarctique à l'Assemblée générale conformément à ses résolutions 38/77 du 15 décembre 1983, 39/152 du 17 décembre 1984, 40/156 A et B du 16 décembre 1985, 41/88 A et B du 4 décembre 1986, 42/46 A et B du 30 novembre 1987, 43/83 A et B du 7 décembre 1988, 44/124 A et B du 15 décembre 1989, 45/78 A et B du 12 décembre 1990, 46/41 A du 6 décembre 1991, 47/57 du 9 décembre 1992 et 48/80 du 16 décembre 1993.

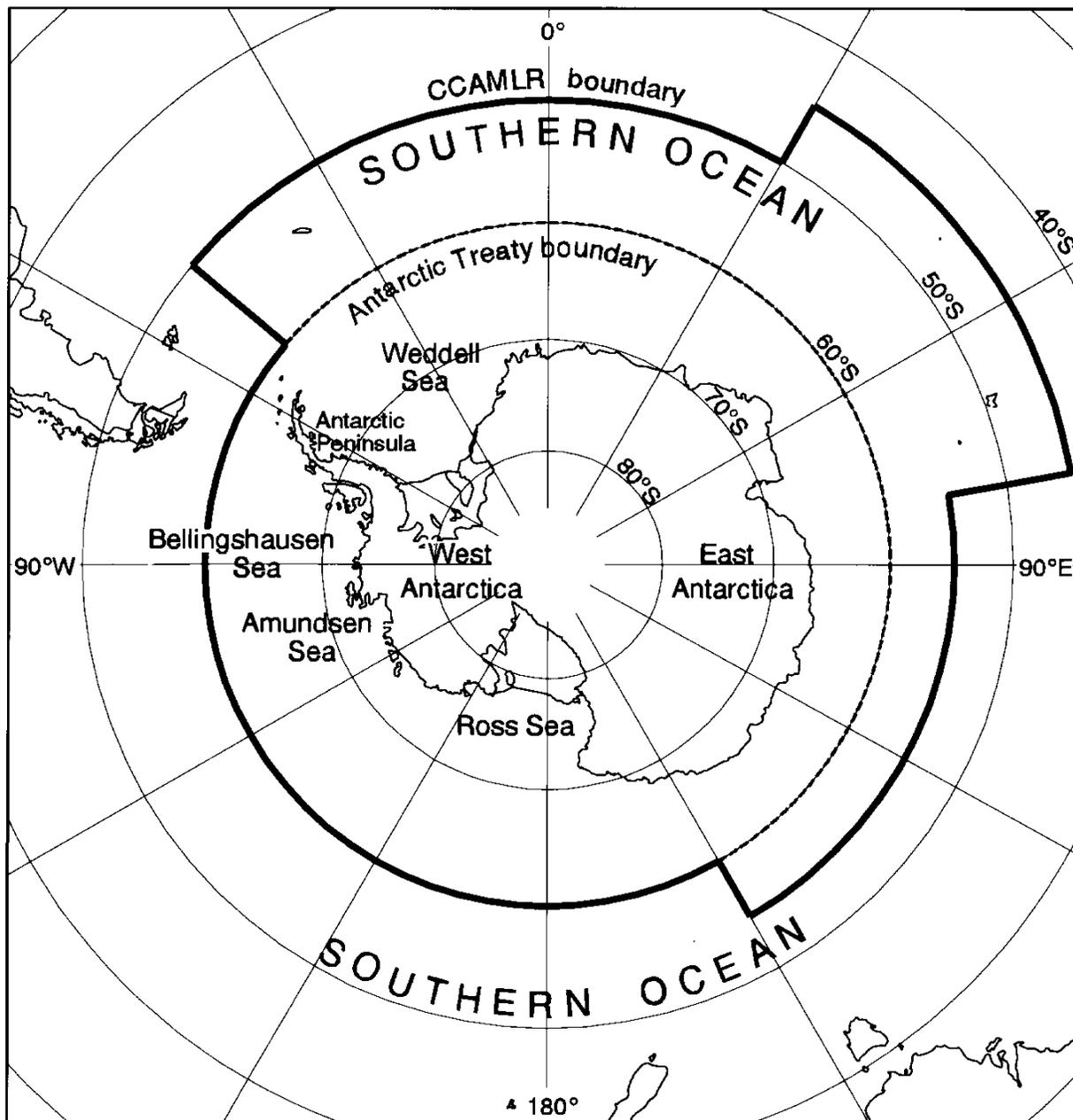
3. Les informations proviennent du rapport final de la dix-neuvième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique tenue à Séoul du 8 au 19 mai 1995 et des présentations faites lors de la vingtième réunion de la Réunion consultative qui s'est tenue à Utrecht (Pays-Bas) du 29 avril au 10 mai 1996. Des rapports d'activités dans l'Antarctique ont également été reçus des organismes suivants : Organisation météorologique mondiale (OMM), Commission océanographique intergouvernementale (COI), Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), Département de l'information, Division des affaires maritimes et du droit de la mer et Banque mondiale.

II. RÔLE DE L'ANTARCTIQUE DANS LE SYSTÈME ÉCOLOGIQUE MONDIAL

4. De tous les continents, l'Antarctique est le plus froid, le plus élevé, le plus sec, le plus venteux, le plus isolé et le plus propre. Il se trouve au milieu d'un des plus vastes et plus orageux océans au monde (figure I). Dernière grande terre vierge au monde, l'Antarctique offre de remarquables possibilités sur le plan scientifique. Ces valeurs scientifiques et écologiques doivent être protégées en toute priorité. La région recouvre environ un dixième de la surface terrestre qui n'est pas submergée, avec un inlandsis s'élevant à plus de 4 000 mètres. Le continent a une superficie d'environ 14 millions de kilomètres carrés dont 0,33 % sont libres de glaces². La glace de mer hivernale double la surface glacée de l'Antarctique, une fluctuation qui est un des plus importants processus physiques saisonniers au monde.

Figure I

Carte de l'Antarctique dans l'océan Austral



5. L'Antarctique et l'océan Austral jouent un rôle essentiel dans le système écologique mondial^{3,4,5}. Les importantes interactions entre atmosphère, océans, banquise et biote affectent tout le système par le jeu des rétroactions, des cycles biogéochimiques, de la circulation de l'air, des mouvements d'énergie et de polluants et de l'évolution du bilan massique de la glace⁶.

6. Le chapitre 17 d'Action 21, dont le texte fut adopté par consensus, reconnaît l'importance de l'Antarctique dans le système écologique mondial et convient de l'immense valeur de la région pour la conduite de recherches essentielles à la compréhension de ce système. Il y est aussi convenu que les États qui effectuent de telles recherches devraient, comme prévu à l'article III du Traité sur l'Antarctique, continuer a) à veiller à ce que la communauté internationale puisse librement accéder aux données et informations résultant de ces activités; et b) faciliter l'accès de la communauté scientifique internationale et des institutions spécialisées des Nations Unies à ces données et informations, notamment par la promotion de séminaires et colloques périodiques.

7. Le Protocole relatif à la protection de l'environnement (Protocole A de Madrid) adopté en 1991 par les États parties au Traité sur l'Antarctique, désigne cette région comme une réserve naturelle pour la paix et la science afin d'assurer la «protection de l'environnement en Antarctique et des écosystèmes dépendants et associés»⁷. L'article 3 du Protocole est explicite à ce sujet : «La protection de l'environnement en Antarctique et des écosystèmes dépendants et associés, ainsi que la préservation de la valeur intrinsèque de l'Antarctique, qui tient notamment à ses qualités esthétiques, à son état naturel et à son intérêt en tant que zone consacrée à la recherche scientifique, en particulier celle qui est essentielle pour comprendre l'environnement global, constituent des éléments fondamentaux à prendre en considération dans l'organisation et la conduite de toute activité dans la zone du Traité sur l'Antarctique.»

III. ACTIVITÉS DU TRAITÉ DU SYSTÈME DE L'ANTARCTIQUE ET DES INSTITUTIONS INTERNATIONALES

A. Le Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement

8. Le Protocole de Madrid a été adopté en 1991 par 26 États parties au Traité sur l'Antarctique. Au 1^{er} août 1996, 22 des États parties aux négociations avaient déposé leurs instruments de ratification : pour entrer en vigueur sur le plan international, le Protocole doit être ratifié par la Finlande, le Japon, la Fédération de Russie et les États-Unis d'Amérique.

9. Le Protocole de Madrid comporte des dispositions d'ordre général – objectifs, principes et aspects institutionnels; un avenant à propos de l'arbitrage et du règlement des différends, l'annexe I sur l'évaluation d'impact sur l'environnement; l'annexe II sur la conservation de la faune et de la flore de l'Antarctique; l'annexe III sur l'élimination et la gestion des déchets; l'annexe IV sur la prévention de la pollution marine et l'annexe V sur la protection et la gestion des zones.

10. Les principes inscrits dans l'article 3 exigent que la protection de l'environnement, notamment de ses valeurs intrinsèques en fait de biologie, d'état naturel, de qualités esthétiques et de domaine scientifique, soit prise en considération lors de la planification de toutes activités que les États parties à l'accord souhaitent conduire dans l'Antarctique.

11. L'article 7 du Protocole de Madrid interdit toute activité relative aux ressources minérales, autre que la recherche scientifique. L'article 8 stipule que toutes activités prévues dans l'Antarctique doivent être soumises à évaluation préalable pour en déterminer l'impact sur l'environnement. En vertu de l'article 11 est créé un Comité pour la protection de l'environnement ayant rôle consultatif sur toutes les questions relatives à l'environnement dans l'Antarctique.

12. Les États parties au Traité sur l'Antarctique ont engagé des pourparlers pour se mettre d'accord sur une autre annexe au Protocole de Madrid qui couvrirait les responsabilités des atteintes portées au milieu. Des brouillons de cette annexe envisagée sont en préparation depuis plusieurs années et les questions d'ordre technique sont examinées dans le cadre du Traité sur l'Antarctique.

13. En attendant l'entrée en vigueur du Protocole de Madrid, les États parties au Traité sur l'Antarctique sont convenus d'en exécuter volontairement les dispositions telles qu'adoptées en 1991, dans la mesure du possible. De nombreux pays ont promulgué des législations qui rendent les dispositions du Protocole de Madrid contraignantes pour leurs propres ressortissants sans attendre qu'elles soient légalement en vigueur sur le plan international.

B. Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique

14. Le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, en qualité de gouvernement dépositaire de la Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique, a rendu compte du nombre de phoques des six espèces se trouvant dans l'Antarctique tués ou capturés par des États parties à la Convention dans la zone couverte par celle-ci (les mers au sud du 60° de latitude S) pour la période de mai 1995 à avril 1996⁸. Les données présentées indiquent qu'aucun phoque d'aucune espèce n'a été tué et que 101 otaries à fourrure (*Arctocephalus gazella*) ont été capturés puis relâchés (par le Chili). Deux États (l'Australie et les États-Unis) ont présenté leurs données pour l'année précédente et deux autres pays (la Pologne et la Fédération de Russie) n'ont pas rendu compte. Aucune exploitation commerciale des phoques ne semble avoir lieu actuellement dans l'Antarctique.

C. Convention sur la protection de la faune et de la flore marines de l'Antarctique

15. La Commission pour la protection de la faune et de la flore marines de l'Antarctique a rendu compte des activités de pêche dans la zone couverte par la Convention par les États qui y sont parties pour les saisons 1994/95 et 1996/96⁹. Ces données, ainsi que les mesures de gestion et d'autres

renseignements fournis par la Commission, sont résumés dans la section C du chapitre IV du présent rapport.

16. Les règles relatives au système d'inspection de la Commission ont été modifiées pour permettre aux inspecteurs de monter à bord de tous les navires soupçonnés d'être aller pêcher dans la zone couverte par la Convention, et pas seulement ceux observés en train de se livrer à cette activité. Cette mesure devrait rendre inspections et exécution plus efficaces.

17. La Commission a expliqué que son groupe de travail sur la surveillance et la gestion des écosystèmes avait mis au point une première stratégie pour aboutir à un modèle d'évaluation des écosystèmes de l'Antarctique.

18. Le Comité scientifique de la Commission maintient d'étroites liaisons de coordination avec les programmes du Comité scientifique pour les recherches antarctiques (SCAR), en particulier le programme APIS (Antarctic Pack-ice Seals), le programme relatif à l'écologie de la zone de glace de mer antarctique et le Groupe de spécialistes du changement climatique mondial et de l'Antarctique, ainsi qu'avec les projets du Programme international sur la géosphère et la biosphère (PIGB) tel le programme d'étude de la dynamique entre l'océan Austral et l'écosystème mondial (programme SO-GLOBEC).

19. La Commission continue de suivre les initiatives de l'Organisation des Nations Unies et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) sur les pêches en haute mer, notamment les pavillons des navires qui se livrent à cette activité, le Code international de conduite des pêches responsables et l'Accord aux fins de l'application des dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982 relatives à la conservation et à la gestion des stocks de poissons dont les déplacements s'effectuent tant à l'intérieur qu'au-delà de zones économiques exclusives (stocks chevauchants) et des stocks de poissons grands migrants.

D. Convention internationale pour la réglementation de la chasse à la baleine

20. Un accord conclu récemment en vertu de la Convention internationale de 1946 pour la réglementation de la chasse à la baleine intéresse tout particulièrement l'Antarctique. En 1994, la Commission internationale baleinière a créé dans l'océan Austral un sanctuaire des baleines dont la limite septentrionale est une ligne circumpolaire entre les 40° et 60° de latitude S. Le Japon a voté contre l'établissement de ce sanctuaire et a élevé une objection au sujet des stocks de petits rorques de l'Antarctique.

21. Aux termes de l'article VIII de la Convention, les gouvernements qui y sont parties peuvent autoriser leurs ressortissants à tuer, capturer et traiter des baleines aux fins de recherches scientifiques. C'est en vertu de cette disposition que le Japon a tué 410 petits rorques durant la saison 1995/96 et a l'intention d'en tuer le même nombre pendant la saison 1996/97, pour la recherche. Une résolution adoptée à la majorité lors de la quarante-huitième réunion de la Commission internationale baleinière tenue en juin 1996 invite le Japon à ne pas délivrer d'autorisation spéciale permettant la capture des petits

rorques de l'hémisphère austral, en particulier ceux se trouvant dans le sanctuaire, et à restructurer son programme de recherche afin de réaliser ses objectifs en ayant recours à des techniques non létales.

22. Vu le fort degré d'incertitude quant au nombre de baleines des différentes espèces se trouvant dans les divers stocks géographiques, la Commission a décidé en 1989 qu'il valait mieux ne pas chiffrer les effectifs de ces stocks lorsque l'on ne disposait pas de certitudes statistiques. La Commission n'a établi d'estimations pour les stocks de l'hémisphère austral que pour les rorquals bleus et les petits rorques, sur la base de ses propres recherches (voir le tableau 1).

Tableau 1

Effectifs estimatifs des espèces de grands cétacés dans l'hémisphère sud (arrondis au troisième chiffre significatif du niveau le plus élevé de certitude)

<u>Espèces</u>	<u>Années</u>	<u>Nombres</u>	<u>Intervalle de certitude 95 %</u>
Rorquals bleus	1982/83-1988/89	460	450
Petits rorques	1985/86-1990/91	760 000	510 000-1 140 000

Source : Données fournies par la Commission internationale baleinière (Cambridge, Royaume-Uni, 14 août 1996).

23. En 1996, la Commission internationale baleinière a agrandi son programme de surveillance en introduisant le programme de recherche sur les baleines et l'écosystème de l'océan Austral qui doit effectuer notamment des recherches sur l'impact de l'évolution de l'environnement sur les cétacés. D'autres programmes de recherche sont en cours dans l'océan Austral : suivi acoustique des rorquals bleus, préparation d'une évaluation complète des baleines à bosse, révision des estimatifs des effectifs des baleines franches des mers australes. La Commission s'efforce aussi d'entretenir de meilleures relations de collaboration avec les organisations qui s'occupent de questions connexes dans l'océan Austral, dont la Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, le SCAR, le programme SO-GLOBEC, la COI et le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

E. Recherche scientifique et protection de l'environnement dans l'Antarctique

1. Le Programme du SCAR sur le changement climatique mondial¹⁰

24. Un bureau du Programme du SCAR sur le changement climatique mondial a été mis en place en 1995/96 au Cooperative Research Centre for the Antarctic and Southern Ocean Environment à Hobart (Australie). Ce bureau doit établir des liaisons entre les programmes du SCAR à composantes mondiales et les principaux

/...

projets des programmes internationaux dont le PIGB et le Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC). Son objectif est de faire en sorte que l'Antarctique soit compatible avec les programmes mondiaux et y soit représenté. L'on est en train de préparer un mémorandum d'accord entre le SCAR et le système d'analyse, de recherche et de formation du PIGB, le PMRC et le Programme international sur les dimensions humaines des changements planétaires.

25. Le programme du SCAR sur le changement climatique mondial est coordonné par son Groupe de spécialistes du changement climatique mondial et de l'Antarctique avec l'aide du bureau des programmes. Ce Groupe a déterminé deux priorités en matière de recherche : le rôle des glaces de mer dans le système climatique physique et les cycles biogéochimiques et les processus physiques et dynamiques contrôlant l'inlandsis antarctique.

26. Ce Groupe de spécialistes du changement climatique mondial et de l'Antarctique consacre son programme actuel à deux thèmes principaux dont sont chargées des équipes de travail : l'état paléocéologique des glaces de l'Antarctique et les contributions du bilan massique de l'inlandsis antarctique et du niveau de la mer. Le premier programme est financé conjointement par le programme d'étude des changements passés du PIGB. L'autre élargit les recherches effectuées dans le cadre de programmes nationaux pour mesurer les composantes de l'inlandsis. La principale méthode utilisée est la télédétection, mais des données sont aussi recueillies sur le terrain. Le principal objectif est de déterminer les flux de glace vers l'extérieur et dans l'océan. Dans le cadre du premier programme, une stratégie bipolaire est en cours de mise au point pour obtenir des échantillons de glace en profondeur. L'on prévoit un troisième programme, portant sur l'évolution de la marge glacière antarctique, pour coordonner la recherche sur la sédimentation dans l'Antarctique.

27. Le Groupe de spécialistes du changement climatique mondial et de l'Antarctique est sur le point d'achever la mise au point d'un plan scientifique pour un programme sur les procédés de glaciation des mers, les écosystèmes et le climat dans l'Antarctique. Ce programme doit mettre l'accent sur les liens entre les processus physiques qui influencent l'interaction entre atmosphère et océan, par le biais de la création et du maintien de la couverture de glace de mer et sur le biote et la production primaire de la glace de mer de l'océan Austral et leur rôle dans l'établissement des cycles biogéochimiques mondiaux. Il pourrait établir des liaisons avec le programme d'étude conjointe des flux océaniques mondiaux dans l'océan Austral et le programme SO-GLOBEC du PIGB ainsi qu'avec les programmes du PMRC sur la variabilité du climat et la possibilité d'établir des prévisions météorologiques.

28. Le SCAR a d'autres programmes relatifs aux changements mondiaux dont se chargent d'autres groupes de spécialistes ou groupes de travail. Les plus importants d'entre eux sont le programme relatif à l'écologie de la zone de glace de mer antarctique et celui pour les études biologiques des systèmes antarctiques terrestres (BIOTAS). Il existe des liens potentiels entre le premier et les trois projets essentiels du PIGB : Interactions terre-océan dans la zone côtière, programme d'étude conjointe des flux océaniques mondiaux dans l'océan Austral et programme d'étude de la dynamique entre l'océan Austral et l'écosystème mondial et des possibilités de liaisons directes entre BIOTAS et le

programme Focus 4, concernant la complexité écologique, du Projet sur le changement mondial et les écosystèmes terrestres (GCTE) du PIGB.

2. La science dans l'Antarctique

a) Sciences atmosphériques et solaires-terrestres

29. Le suivi des niveaux d'ozone dans l'Antarctique continue d'être assuré depuis les stations terrestres comme depuis les satellites (voir la section E du chapitre IV).

30. Le programme de première étude régionale d'observation de la troposphère fournit pour la première fois des observations synoptiques coordonnées sur la troposphère antarctique qui sont utilisées pour comparer les programmes de prévisions météorologiques sur le continent antarctique. D'après les données, les prévisions sont en général fiables, mais elles varient suivant les sources. Le programme a fait ressortir la pénurie de stations d'observation dans le secteur Pacifique de l'Antarctique.

31. Le réseau d'observations géospatiales dans l'Antarctique fournit des données géomagnétiques et ionosphériques en provenance d'observatoires situés dans plus de sept pays et les inscrit dans une base de données qui se trouve en Italie. Ce sont les vents solaires qui sont tout particulièrement étudiés.

b) Sciences biologiques

32. Le Groupe de spécialistes des phoques du SCAR a mis au point un programme de recherche sur cinq ans pour son programme APIS (Antarctic Pack-ice Seals) dont l'objectif est de promouvoir les études sur les populations de phoques de la banquise antarctique et sur leur rôle dans cet écosystème. À ce jour, ce programme a repéré 41 projets de recherche avec la participation de scientifiques de 18 pays. Une proposition a été faite d'effectuer une importante étude circumpolaire des phoques de la banquise antarctique pour la saison 1998/99.

33. Pendant la saison 1995/96, le programme BIOTAS a organisé sa première expédition dans le secteur de la mer de Ross. Son principal objectif était d'examiner les différences d'abondance des écosystèmes, depuis les riches régions côtières du continent jusqu'aux simples communautés endolithiques en bordure du plateau polaire et de recueillir des données de référence pour une recherche à long terme sur les effets de l'évolution climatique, en particulier du réchauffement planétaire et de l'intensification des rayonnements ultraviolets. À l'avenir, les recherches devraient permettre de mieux comprendre les mécanismes auxquels ont recours les diverses espèces pour supporter les pressions climatiques, qu'il s'agisse de climats plus secs, de fluctuations des températures ou des rayonnements ultraviolets.

34. L'objectif du programme relatif à l'écologie de la zone de glace de mer antarctique du Groupe de spécialistes de l'écologie de l'océan Austral est de mieux comprendre la structure et la dynamique de l'écosystème de la banquise et des zones côtières antarctique, le plus complexe et le plus riche des

écosystèmes du continent, probablement aussi le plus sensible à l'évolution écologique mondiale. Le caractère exceptionnel de ce programme est sa façon cohérente d'aborder l'écosystème côtier et la banquise, intégrant les recherches sur les sous-systèmes – glace, colonne d'eau et benthos. Il devrait apporter une contribution extrêmement importante au programme du Groupe de spécialistes du changement climatique mondial et de l'Antarctique, tout en établissant aisément des relations avec le programme d'étude conjointe des flux océaniques mondiaux dans l'océan Austral et le programme SO-GLOBEC, ainsi qu'avec le programme Interactions terre-océan dans la zone côtière du PIGB.

35. Les premières données de terrain ont été recueillies dans le cadre de ce programme durant la saison 1995/96 de l'été austral. Une expédition du navire MV Polarsten dans la mer de Weddell lui a été consacrée en janvier et février 1996. Une autre est prévue pour la saison 1996/97 et un calendrier d'ateliers et de colloques a été proposé.

c) Sciences de la terre

36. Le projet du cap Robert, projet multinational coordonné par la Nouvelle-Zélande et auquel participent l'Australie, l'Allemagne, l'Italie, le Royaume-Uni et les États-Unis, a pour objectif d'obtenir des carottages de couches sédimentaires à 1 500 m de profondeur en dessous de la partie sud-ouest de la mer de Ross. Les deux thèmes principaux de ce projet sont d'étudier les débuts de l'histoire glaciaire de l'Antarctique et son rôle pour déterminer l'évolution mondiale du niveau de la mer d'une part et d'autre part d'établir le moment où le continent s'est séparé afin de mieux comprendre la formation des montagnes transantarctiques et de la mer de Ross.

37. Un atelier a été organisé à Cambridge (Royaume-Uni) en mai 1995, pour examiner les preuves de l'existence d'un lac subglaciaire en dessous de la banquise à la station de carottage en profondeur de Vostok. L'atelier a examiné quelles recherches devraient être effectuées avant qu'une décision puisse être prise sur la possibilité d'obtenir des échantillons d'eau et de sédiments en provenance de ce lac. Il a été convenu que le carottage devrait se poursuivre à la station de Vostok mais s'arrêter à au moins 25 m au-dessus de l'interface eau/glace afin de ne pas pénétrer l'eau et que de nouvelles études géophysiques devraient être effectuées. S'il se confirme qu'il y a une grande étendue d'eau, il faudrait mettre au point des techniques qui permettent d'y avoir accès et de se procurer des échantillons d'eau et des sédiments sous-jacents en ne provoquant qu'un minimum de contamination de l'environnement.

F. Gestion des données sur l'Antarctique

38. Ces dernières années, avec l'accroissement des bases de données sur l'Antarctique en termes de quantités, de dimensions et de significations, l'on a commencé à se demander, dans le cadre du système du Traité sur l'Antarctique, comment améliorer les possibilités d'accéder à ces données et de les comparer. Il a été convenu que dans l'immédiat, il fallait avant tout établir un Système de répertoire sur l'Antarctique, qui sera un élément clé de l'Antarctic Master Directory. Ce dernier doit regrouper les données en provenance des centres nationaux de données sur l'Antarctique et en décrire les ressources. Pour le

moment, c'est l'International Centre for Antarctica Information and Research sis à Christchurch (Nouvelle-Zélande) qui s'occupe de l'Antarctic Master Directory sous les auspices du SCAR et du Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique et sur financement d'un consortium de programmes sur l'Antarctique de France, d'Italie, de Nouvelle-Zélande et des États-Unis. Le Centre de Christchurch, qui est aussi l'hôte du programme du PNUE pour la base de données sur les ressources mondiales (voir par. 53 ci-dessous), est bien placé pour coordonner ces ressources et les mettre à la disposition du système des Nations Unies, conformément aux objectifs des chapitres 17 et 40 d'Action 21.

G. Organisations internationales

1) Organisation météorologique mondiale

39. L'OMM a pour principaux objectifs dans l'Antarctique de a) coordonner les opérations du Programme de la Veille météorologique mondiale (VMM) pour répondre aux besoins mondiaux dans l'Antarctique, notamment en assurant le suivi de l'évolution climatique et écologique; et b) de collaborer avec d'autres programmes internationaux opérant dans l'Antarctique pour assurer que les programmes scientifiques et techniques soient coordonnés et rentables. C'est pourquoi l'OMM collabore avec toute une gamme d'organisations concernées – Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, SCAR, Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique, Comité scientifique pour les recherches océaniques (CSRO), Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et COI.

40. L'Antarctique, composante importante du Système mondial d'observation, suscite de plus en plus d'intérêt. Les opérations du Système mondial d'observation et la transmission de données par le truchement du Système mondial de télécommunications sont des éléments essentiels du Programme de la VMM. Ce réseau synoptique d'observation se compose actuellement de 37 stations terrestres dont les opérations sont assurées par 15 pays. De plus, l'Australie, les États-Unis et d'autres pays ont plus d'une cinquantaine de stations météorologiques automatiques. L'OMM a constaté que des difficultés économiques semblent handicaper les pays qui voudraient maintenir des installations coûteuses en Antarctique, ce qui risque de menacer la continuité de certaines stations qui ont accumulé des données météorologiques de grande valeur. L'offre de services météorologiques de qualité en Antarctique va dépendre du maintien d'un bon réseau d'observation et de l'amélioration des modèles numériques qui est l'objet de la première étude régionale d'observation de la troposphère susmentionnée.

41. L'OMM a constaté des faiblesses dans le réseau synoptique couvrant l'Antarctique, notamment l'absence d'observation de surface sur la majeure partie de l'ouest de l'Antarctique, la diminution du nombre de stations d'observation en altitude et les retards que prend l'insertion des données dans le Système mondial de télécommunications. L'OMM estime que le maintien d'un réseau synoptique dans l'Antarctique, sur la base des programmes engagés par les parties au Traité sur l'Antarctique, est une priorité. Il faut pouvoir continuer

de disposer des données, images et autres, aux fins d'analyse, de prévisions, d'information sur les glaces de mer et d'avis de coup de vent.

42. Plusieurs pays ont l'intention d'installer de nouvelles stations d'observation météorologique sur la calotte glaciaire de l'Antarctique, ce qui promet une nette amélioration du réseau d'observation. Le réseau d'observations géospatiales dans l'Antarctique que l'on a mentionné plus haut doit avoir des capteurs aux 12 sites envisagés sur tout l'intérieur de l'Antarctique, ce qui devrait permettre de fournir des données par le biais du Système mondial de télécommunications.

43. Plusieurs pays (Australie, Finlande, Allemagne, Japon, États-Unis et Royaume-Uni) ont de plus en plus recours à l'utilisation de bouées dérivantes pour recueillir des données, dans le cadre du Programme international pour les bouées en Antarctique qui a installé plusieurs de ces bouées au sud du 55° de latitude S, y compris dans la zone de glace de mer.

44. Dans le cadre de la Veille de l'atmosphère globale (VAG), des stations antarctiques surveillent la présence de certains gaz, dont le dioxyde de carbone et l'ozone. L'OMM encourage ses membres à observer également les éléments chimiques proches de l'ozone. D'autres observations seraient nécessaires pour surveiller l'intensité des rayonnements solaires ultraviolets. L'OMM maintient des liaisons avec les secrétariats de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, du Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone et de la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone.

45. L'OMM a préparé un catalogue de données climatiques antarctiques qui sera mis à la disposition du SCAR et du Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique pour le Système de répertoire sur l'Antarctique sur lequel ils travaillent actuellement. Ceci devrait améliorer les possibilités d'accès aux données météorologiques sur l'Antarctique.

2. Commission océanographique intergouvernementale

46. La COI est un organe de l'UNESCO au fonctionnement autonome chargée de promouvoir les études scientifiques marines et des services connexes concernant les océans, dans le but d'améliorer les connaissances sur la nature et les ressources des océans et des zones côtières, y compris dans l'Antarctique. La COI a un Comité régional pour l'océan Austral qui devait se réunir pour la sixième fois en septembre 1996 en même temps que le Forum de l'océan Austral pour examiner plusieurs questions, dont la pollution et autres effets des activités humaines. La COI est en train de consolider ses programmes internationaux de recherche en collaboration avec d'autres organisations (Conseil international des unions scientifiques (CIUS)/CSRO/SCAR, Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, Commission internationale baleinière, OMM, PNUE) en vue d'améliorer l'étude des océans et les échanges de données à propos de l'océan Austral. Elle a pour intention de répondre aux exigences du chapitre 17 d'Action 21, de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, de la Convention sur la diversité biologique et du Protocole de Madrid.

47. Elle s'intéresse tout particulièrement aux domaines suivants : le rôle des océans dans l'évolution et la variabilité du climat mondial par le biais de l'Expérience sur la circulation océanique mondiale (WOCE) que financent conjointement l'OMM, la COI, le CIUS et le PNUE; la pollution marine par le biais du projet conjoint COI-PNUE-OMI-CAP/IE d'Étude mondiale de la pollution dans le milieu marin (GIPME); le rôle des océans dans l'équilibre global en carbone dioxyde et l'étude de la dynamique des écosystèmes des océans, en collaborant avec les divers programmes du SCAR, (programme PIGB d'étude conjointe des flux océaniques mondiaux dans l'océan Austral et programme SOGLOBEC).

48. La COI est en train d'étendre et d'améliorer l'observation des océans et les échanges de données en apportant un appui accru aux programmes opérationnels en cours et au développement du Système mondial d'observation des océans, lequel a pour but de fournir un cadre ou système global de collecte, de coordination, de distribution des données océanographiques et du contrôle de leur qualité.

3. Organisation des Nations Unies

49. Le Département de l'information des Nations Unies s'est consacré plus particulièrement à l'exécution des résultats d'Action 21, de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, des Conventions sur le changement climatique et la biodiversité, de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique et de l'Accord aux fins de l'application des dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982 relatives à la conservation et à la gestion des stocks de poissons dont les déplacements s'effectuent tant à l'intérieur qu'au-delà de zones économiques exclusives (stocks chevauchants) et des stocks de poissons grands migrants ainsi qu'aux travaux de la Commission du développement durable. Depuis 1994, aucune activité n'a porté directement sur la situation de l'environnement dans l'Antarctique.

50. La Division des affaires maritimes et du droit de la mer du Bureau des affaires juridiques est l'une des huit agences qui appuient le Groupe mixte d'experts chargés d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP), lequel est en train de préparer, sous la direction du PNUE, le prochain Rapport sur la situation de l'environnement marin dans le monde, où figureront les régions polaires. Le Groupe de travail du GESAMP chargé de l'évaluation de l'environnement marin a commencé un rapport sur les activités terrestres qui devait être prêt en 1998. Les résultats des travaux du GESAMP ne sont pas encore disponibles, c'est pourquoi l'on a utilisé dans le chapitre IV du présent rapport les données en provenance des travaux de Stromberg et divers collaborateurs¹¹.

4. La Banque mondiale

51. En 1995, la Banque mondiale a publié un rapport sur la situation de zones marines protégées dans le monde entier, Antarctique y compris¹². Elle a l'intention d'assurer le suivi des recommandations contenues dans ce rapport, mais les sites antarctiques n'y figurent pas en priorité pour le moment. Le

27 juin 1996, la Banque mondiale a annoncé qu'elle ne prévoyait pas dans l'immédiat d'activités écologiques en faveur de l'Antarctique.

5. Base de données sur les ressources mondiales/PNUE

52. Le PNUE a créé une Équipe de travail polaire chargée de coordonner ses activités écologiques dans les régions polaires.

53. Le 30 mai 1996, grâce à un accord avec le gouvernement néo-zélandais, le PNUE a établi un réseau sommet de sa Base de données sur les ressources mondiales (GRID) chargé de l'Antarctique et de l'océan Austral auprès de l'International Centre for Antarctic Information and Research sis à Christchurch (Nouvelle-Zélande). Ce réseau, qui doit s'appeler le PNUE/GRID-Christchurch a été mis en place avec l'aide du PNUE/GRID d'Arendal (Norvège) et ces deux centres polaires vont coordonner leurs activités et travailler en étroite collaboration.

6. Alliance mondiale pour la nature

54. L'UICN continue de s'intéresser vivement à l'Antarctique et a sponsorisé et organisé récemment quatre ateliers internationaux, dont les trois premiers conjointement avec le SCAR, sur des questions de conservation de l'environnement antarctique. Le premier atelier, tenu à Paimpont (France) en avril 1992, a examiné des aspects relatifs à la protection des îles subantarctiques, tandis que le second, tenu à Cambridge (Royaume-Uni) en juin 1992, portait sur la mise en place d'une Zone antarctique protégée. Le troisième, tenu à Gorizia (Italie) en avril 1993, a examiné des questions relatives à l'éducation et à la formation en matière d'environnement antarctique. Le quatrième atelier, tenu à Washington D. C. en septembre 1996 a porté sur le problème d'évaluation des impacts écologiques cumulatifs en # Antarctique. Les rapports des trois premiers ateliers ont déjà été publiés^{13,14,15}.

7. Association Antarctique-océan Austral

55. L'ASOC regroupe 230 organisations non gouvernementales affiliées qui s'intéressent à l'Antarctique sur les plans écologique, technique et scientifique et se trouvent dans 43 pays. Elle participe de façon régulière aux activités du système du Traité sur l'Antarctique dont elle assure le suivi. Ces dernières années, l'ASOC a tout particulièrement encouragé les États parties au Traité sur l'Antarctique à ratifier et exécuter promptement le Protocole de Madrid. L'ASOC met à la disposition des gouvernements, des scientifiques et du grand public des informations sur les questions écologiques importantes pour l'Antarctique et elle publie un bulletin régulier.

H. Surveillance de l'environnement en Antarctique

56. La surveillance de l'environnement est un élément fondamental de la recherche de base, de la gestion et de la protection de l'environnement¹⁶. En Antarctique, la surveillance de l'environnement se poursuit depuis longtemps et peut se répartir en deux catégories : «globale» ou «locale». De nombreux phénomènes globaux, dont les éléments gazeux constituant l'atmosphère, font

l'objet d'un suivi continu depuis 1957, tandis que la présence de polluants dans la neige et le biote de l'Antarctique a aussi fait l'objet d'analyse. Les données sur la situation et les tendances des phénomènes globaux constituent des références indispensables pour mesurer la contribution des sources locales d'évolution écologique¹⁷.

57. Les États parties au Traité sur l'Antarctique ont organisé la première Réunion d'experts sur la surveillance de l'environnement en Antarctique à Buenos Aires (Argentine) en juin 1992. Ces experts ont formulé diverses recommandations, sur la représentation des sites de surveillance, la gestion des données, la nécessité de mettre au point des normes concernant les données et la coordination internationale. Il a également été recommandé qu'un nouvel atelier soit réuni et chargé d'examiner la conception de programmes de surveillance, les normes relatives aux données et l'assurance de leur qualité les technologies disponibles et la gestion des données.

58. Le SCAR et le Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique ont offert d'organiser cet atelier qui s'est tenu en deux sessions, l'une à Oslo en octobre 1995 et l'autre en mars 1996 à College Station (Texas, États-Unis). Le projet de rapport¹⁸ de cet atelier doit être mis au point et présenté à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique qui doit se tenir à Christchurch (Nouvelle-Zélande) en mai 1997.

IV. SITUATION DE L'ENVIRONNEMENT EN ANTARCTIQUE : SYNOPSIS DES DERNIERS RÉSULTATS

59. Sont examinés ci-après les derniers résultats relatifs à certains sujets intéressant actuellement la situation de l'environnement en Antarctique. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive de sujets, mais plutôt d'une illustration des plus importants. Le contenu en a été révisé par des spécialistes des domaines concernés.

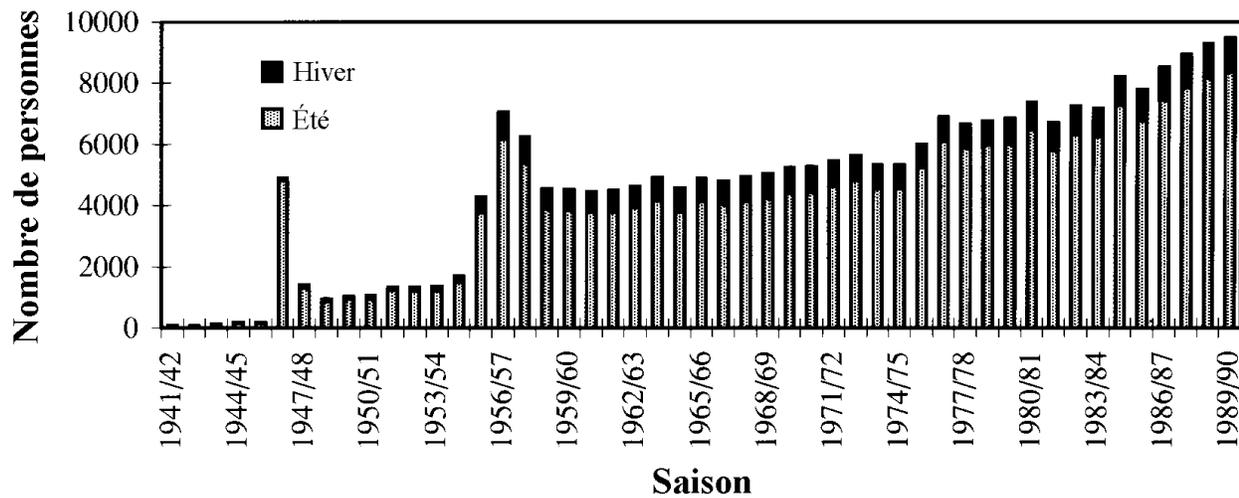
A. Activités scientifiques et de soutien

60. Les études scientifiques sont la principale activité humaine en Antarctique. Le nombre de scientifiques et de personnel de soutien travaillant chaque saison dans la région fournit une estimation approximative du niveau de ces activités. Les États parties au Traité sur l'Antarctique rendent compte de ce nombre dans les échanges annuels d'informations requis aux termes des accords de la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique¹⁹.

61. Ces données constituent une référence du niveau d'activités scientifiques en cours en Antarctique, mais il convient de constater qu'elles ne permettent en général pas de quantifier au total le nombre de personnel scientifique qui s'y trouve, en termes de jours-personnes.

Figure II

Niveaux des activités scientifiques et de soutien de 1941/42 à 1989/90.



Source : D'après J. C. M. Beltramo 1993 : The Structure and Dynamics of Antarctic Population. (New York, Vantage Press, 1993).

62. Depuis que ces activités ont commencé de se faire régulièrement, le nombre de personnes participant aux programmes scientifiques en Antarctique a augmenté de façon constante jusqu'en 1989/90²⁰ (voir figure II). En même temps qu'augmentait le nombre de personnes travaillant dans l'Antarctique, le nombre de pays représentés et de stations en opération se multipliait. Ce sont les États-Unis qui ont le plus important programme scientifique en Antarctique, soit environ 35 % de la population scientifique et du personnel de soutien pour la saison 1994/95.

63. Un examen préliminaire des nombres de personnels scientifiques et de soutien depuis 1990 indique une réduction d'environ un tiers. Mais la compilation de données pour le présent rapport a été handicapée par les variations de qualité et d'opportunité des comptes rendus d'activités et de distribution de ces informations par les États qui travaillent dans l'Antarctique. Il faudrait conduire une analyse plus poussée, probablement liée à une étude des investissements consentis au niveau national, pour pouvoir tirer des conclusions de cette tendance apparente.

B. Le tourisme en Antarctique

64. L'Antarctique est une destination touristique depuis une quarantaine d'années et l'on estime que 60 000 touristes s'y sont rendus sur cette période²¹. Le tourisme commercial en Antarctique a connu une croissance accélérée ces 10 dernières années, en termes de passagers sur des navires aussi bien, plus récemment, que dans des aéronefs effectuant des survols (voir figure III).

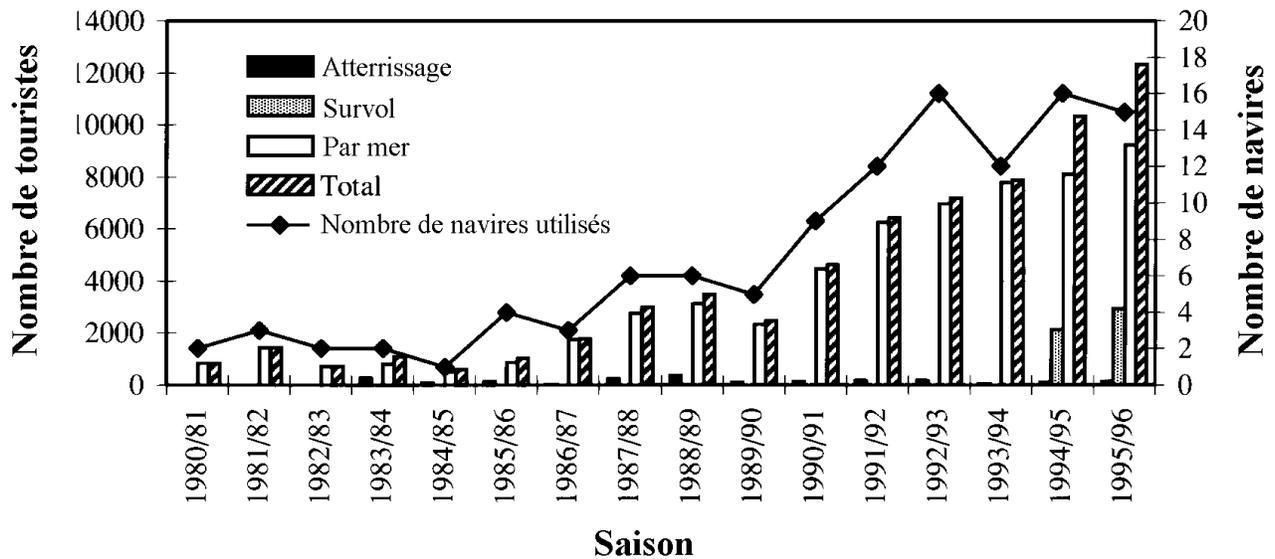
65. Les touristes venant par mer sont ceux qui visitent l'Antarctique sur des navires commerciaux de croisières, les chiffres incluent les yachts, lorsque l'on dispose de données. Ceux qui font des visites aériennes sont ceux qui atterrissent sur le continent et en repartent par voie aérienne, tandis que ceux qui font des survols sont ceux qui ont le continent pour destination et viennent par voie aérienne, mais n'y atterrissent pas. L'on ne compte pas dans cet examen les vols commerciaux qui passent au-dessus de l'Antarctique parce que ce n'est pas là leur destination. Le nombre de navires qui figure dans la figure III n'inclut pas les yachts.

66. L'on est de plus en plus conscient de l'importance des problèmes écologiques que pose le tourisme en Antarctique²². Toutefois, la recherche sur l'impact du tourisme en Antarctique en est à ses tout débuts et soulève encore beaucoup d'incertitudes²³. La recommandation XVIII-1 du Traité sur l'Antarctique contient des principes directeurs pour les opérateurs de voyages en Antarctique, en termes d'opération et d'écologie.

67. L'Association internationale des organisateurs de voyages en Antarctique a été fondée en août 1991 et la plupart des agences organisant des visites en Antarctique en sont actuellement membres. Pendant la saison 1993/94, ce sont des membres de cette Association qui se sont chargés d'un peu plus de 83 % des passagers de navires de croisières sur cette destination²⁴.

Figure III

Activités touristiques en Antarctique de 1980/81 à 1995/96.



Sources : 1) D'après D. J Enzenbacher, «Tourists in Antarctica: numbers and trends», *Polar Record*, vol. 28, No 164; 2) Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. Recent developments in Antarctic tourism. Note d'information 13, Dix-neuvième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, Séoul, 8 au 19 mai 1995; 3) Association internationale des organisateurs de voyages en Antarctique. Preliminary overview of Antarctic tourism. Note d'information 96, Vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, Utrecht, 29 avril-10 mai 1996.

Nouvelles tendances et récents développements

68. Le nombre de touristes qui se sont rendus en Antarctique durant la saison 1995/96 est le plus élevé qui ait jamais été enregistré, le nombre de personnes arrivant par mer ou survolant le continent étant en augmentation (voir figure III). Les services permettant à des touristes d'atterrir sur le continent s'adressent à des personnes qui recherchent l'aventure et sont jusqu'à présent extrêmement coûteux : le nombre de touristes de ce genre est donc peu élevé et semble rester statique.

69. Les vols de touristes au-dessus de l'Antarctique sont devenus populaires dans les années 70 mais se sont interrompus après la catastrophe du DC-10 s'écrasant sur le Mont Erebus, dans l'île de Ross en 1979, dont avaient été victimes tous les 257 passagers et membres de l'équipage²⁵. Durant la saison 1994/95, des opérations de survol de l'Antarctique ont repris au départ de Melbourne (Australie), elles se sont poursuivies en 1995/96 et sont prévues pour la saison 1996/97²⁶. Ces vols représentent tous les «survol» dénombrés dans la figure III. En termes d'impact potentiel sur l'environnement et de gestion, les survols diffèrent fortement des arrivées de touristes par mer et de ceux qui atterrissent puisqu'ils sont de durée relativement courte et qu'ils n'atterrissent pas.

70. Durant la saison 1995/96, 10 organisateurs de voyages ont rendu compte de l'organisation de visites par mer, par rapport à 14 en 1994/95, ce qui reste le chiffre le plus élevé en une saison jusqu'à présent. En même temps que le nombre de touristes augmente, le nombre de navires augmente aussi (voir figure III), et ils sont au moins 12 chaque saison depuis 1991/92²⁷. Le nombre de passagers par navire pour la saison 1995/96 allait de 13 à 452, soit une moyenne de 81,5²⁸.

71. La plupart des voyages par mer se font le long de la péninsule Antarctique durant les quatre mois de l'été austral, avec parfois des escales dans les régions des mers de Weddel et de Ross^{29, 30, 31}. Le nombre d'escales touristiques est passé de 36 en 1989/90 à plus de 150 en 1994/95³², et le chiffre sera probablement comparable en 1995/96³³.

72. Les types d'activités touristiques se sont multipliées par rapport aux premiers temps, les visiteurs faisant maintenant du ski, de l'escalade, du camping, du kayak sur mer, etc. Plusieurs navires disposent à présent d'hélicoptères qui transportent les passagers jusqu'à des sites jusqu'alors inaccessibles³⁴, tandis que le nombre de yachts semble être en augmentation, 17 s'étant aventurés au sud du 60° de latitude S en 1991/92³⁵.

73. Pour le moment, il n'est pas facile de recueillir des statistiques complètes et cohérentes sur le tourisme en Antarctique. Jadis, la majeure partie des données étaient envoyées aux États-Unis qui les compilaient dans leurs rapports annuels aux réunions consultatives du Traité sur l'Antarctique, plusieurs organisateurs sont maintenant installés dans d'autres pays et n'envoient pas forcément leurs comptes rendus au même endroit. L'Argentine³⁶ et l'Australie³⁷ recueillent aussi des données et en rendent compte. Les données concernant les yachts sont particulièrement difficiles à trouver et à compiler.

74. La Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique tenue en mai 1996 à Utrecht (Pays-Bas) est convenue d'un prototype de modèle standard de compte rendu des données sur les visites en Antarctique qui devrait être mis à l'essai sur la saison 1996/97 dans l'objectif de le faire adopter de façon universelle lors de la réunion de 1997. Ce modèle comporte des cases pour rendre compte des données relatives aux principaux aspects des activités touristiques, comme par exemple les organisateurs, les itinéraires, les escales, les activités, la durée des voyages et des escales, les impacts observés. Une fois que l'on se sera mis d'accord sur ces données, elles devraient pouvoir servir de base à la mise au point d'une base internationale de données complète, cohérente et accessible sur le tourisme en Antarctique.

C. La pêche

75. Les inquiétudes provoquées par la pêche sauvage de krill dans l'Antarctique, s'ajoutant à l'ancienne exploitation des otaries à fourrure et des baleines, se sont traduites par l'adoption de la Convention pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, qui est entrée en vigueur en 1982 et des mesures encore plus strictes de protection destinées à arrêter tout nouveau déclin des stocks de poisson sont mises en application depuis 1989³⁸. Avant l'entrée en vigueur de la Convention, de nombreux stocks de poissons de l'Antarctique étaient surexploités. Elle comprend notamment des mesures afin d'imposer un total autorisé de capture pour certaines espèces et des limites pour d'autres, d'empêcher la mortalité résultante d'oiseaux de mer et d'exiger la présence d'observateurs scientifiques sur certains bateaux de pêche³⁹.

a) Développement de la pêche

76. L'essentiel de la pêche actuelle en Antarctique vise le krill et les poissons à nageoire. Ces derniers sont pêchés en Antarctique depuis 1969/70 et les prises annuelles de notothenides (Notothenia rosii et N. squamifrons) et de maquereaux (Champsocephalus gunnari) dépassent souvent 100 000 tonnes pour atteindre un record de 400 000 tonnes en 1969/70. Avant 1995/96⁴⁰, l'on avait rendu compte de prises de plus de 3 millions de tonnes de poissons à nageoire. Mais ces chiffres ont nettement baissé depuis 1992 (voir le tableau 2).

77. La pêche au krill (l'espèce visée étant Euphasia superba) a commencé en 1972/73 et l'ensemble des prises à ce jour⁴¹ dépasse 5 millions de tonnes. Les prises annuelles se situent actuellement aux alentours de 90 000 tonnes par an, ce qui est une diminution par rapport aux records du début des années 80, mais encore trop important dans les eaux antarctiques. Un bateau de pêche américain a effectué en 1992 des prises expérimentales de crabes antarctiques (Lithodidae) à South Georgia et Shag Rocks (voir tableau 2)⁴².

Tableau 2

Total des prises enregistrées dans la région couverte par la Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique de 1991/92 à 1995/96

Espèces	Prises enregistrées (en tonnes)			
	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
Krill	302 961	88 776	83 962	118 715
Légine australe	12 497	5 788	5 648	8 889
Maquereau	65	0	28	3 974
Morue en roche	0	0	0	0
Poisson-lanterne	51 915	0	114	0
Crabes antarctiques	0	299	0	0

Source : Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. Bulletin 1996 (1986-1995), (Hobart, CCAMLR, 1996).

b) Nouvelles tendances, nouveaux dangers et dernières initiatives

78. Surveillance de l'écosystème : La Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique a un groupe de travail chargé du suivi et de la gestion des écosystèmes qui a mis en place un cadre dans lequel les informations recueillies de programmes en cours de suivi seront intégrées pour en tirer des avis de gestion⁴³.

79. Pêche de krill : Le krill (*Euphausia superba*) est l'aliment de base de la plupart des oiseaux de mer et mammifères de l'Antarctique et les efforts de recherche sur le krill sont donc cruciaux pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique⁴⁴. Ces dernières années, les prises de krill ont diminué (voir le tableau 2), essentiellement en raison de facteurs économiques et du fait que les pêches russes et ukrainiennes se sont réduites⁴⁵. La prise actuelle se situe à moins de 10 % du total autorisé de capture, lequel a été fixé à 10 % de la biomasse estimée de cette espèce.

80. Mortalité des oiseaux de mer : La mortalité des oiseaux de mer associée à la pêche est reconnue partout comme un grave problème^{46, 47, 48}. Pour y remédier, la Commission a pris notamment les mesures suivantes : les palangres ne peuvent être mises en place que de nuit; des lignes portant des rubans doivent être utilisées pour détourner les oiseaux des hameçons appâtés et il est interdit de déverser des déchets en mer pendant ces opérations de pêche. La Commission^{49, 50} a signalé que ces mesures avaient permis de réduire les captures d'albatros. Mais des pétrels «whitechinned» (*Procellaria aequinoctialis*) sont encore tués en

conséquence de pêches de nuit⁵¹ et l'on ne sait pas encore dans quelle mesure les populations d'albatros ont récupéré.

81. Débris en mer : La Commission a pris des mesures de gestion pour réduire les taux de mortalité et autres conséquences de débris sur le biote. L'on a interdit l'utilisation d'emballages en plastique pour attacher les boîtes d'appâts sur les navires et des programmes de suivi ont détecté une réduction des débris au cours de l'année passée⁵².

82. Impact des lignes de fond : Dans l'océan Austral, la plupart des poissons à nageoire sont pêchés à la ligne de fond⁵³. Ce type de ligne est traîné au fond de la mer, où les sédiments sont mis en suspension et où le benthos⁵⁴ est perturbé. Quoique l'on ne sache pas précisément quels sont les effets de cette pratique sur la riche faune du benthos dans l'océan Austral, tout laisse à penser qu'elle pourrait avoir des impacts importants à long terme, en raison du peu de résistance de ces espèces à lente croissance.

83. Pêche illégale : Des cas de pêche illégale de D. eleginoides ont été indiqués. Ces prises illégales seraient égales ou supérieures au total autorisé de capture fixé par la Commission, ce qui met gravement en danger la gestion durable de cette pêche⁵⁵. L'on ne sait pas quel effet ce niveau d'exploitation a sur les stocks de poissons. La Commission a introduit un nouveau plan d'inspection internationale pour tenter de combattre ce problème.

84. Pêche de calmars : Le Royaume-Uni estime qu'il existe un potentiel d'exploitation des pêches de calmars ommastrephides (Martiala hyadesi) dans la région couverte par la Convention⁵⁶. En 1989, ce pays a enregistré une prise d'environ 8 000 tonnes, mais plus aucune pêche n'a eu lieu depuis lors.

D. Polluants à longue distance

85. L'Antarctique étant le moins peuplé et le moins industrialisé des continents, les activités humaines y sont minimales et fortement localisées. Des recherches ont été effectuées sur la présence et le transport de polluants dans les écosystèmes antarctiques marins et terrestres. De telles études de cas pourraient servir de référence pour évaluer les niveaux actuels et à venir de pollution planétaire⁵⁷.

a) Origine et dépôt des polluants à longue distance

86. Dans l'Antarctique, ces polluants viennent avant tout des zones industrialisées du monde⁵⁸. Nombre d'entre eux sont transportés vers l'Antarctique dans la haute atmosphère sous forme de vapeur⁵⁹, tandis que d'autres arrivent avec les courants océaniques. L'air arrivant de l'extérieur en Antarctique doit passer à travers une zone d'orages cyclonaux qui entoure le continent et agit comme un filtre, supprimant certaines particules et certains gaz réactifs de l'air et les déposant dans l'océan Austral.

87. Le transport des polluants atmosphériques d'un continent à l'autre est révélé par des similarités dans les modes d'altération de l'air en Antarctique et ceux observés dans le reste de l'hémisphère austral⁶⁰. Citons parmi ces

polluants les chlorofluorocarbones (CFC) responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone (voir la section E ci-dessous), des gaz tels que le dioxyde de carbone et le méthane, des débris radioactifs d'anciens essais nucléaires aériens ou accidents, des métaux lourds et des hydrocarbures^{61, 62, 63}. Les faibles niveaux de concentration de ces polluants (de l'ordre du ng (nanogramme) kg⁻¹) interdisent parfois d'analyser correctement le niveau de contamination et les variances spatiales et temporaires ne facilitent pas l'élaboration de valeurs moyennes ni le repérage des changements⁶⁴.

88. Une fois au-dessus de l'Antarctique, les polluants peuvent se déposer dans des flocons de neige ou directement sur la surface de la neige. La glace conserve un registre historique de l'atmosphère, les études de carottages glacières révélant les changements mondiaux de contenus de gaz de trace et de certains polluants comme le plomb. L'on ne comprend pas encore très bien les processus de dépôt et l'hypothèse selon laquelle les concentrations constatées dans la neige peuvent être mises en relation simple avec les concentrations dans l'air est contestable⁶⁵. Il semble que l'on ignore le ratio entre la pollution atmosphérique qui parvient en Antarctique et celle qui se dépose dans l'océan Austral.

89. L'on a repéré en Antarctique une gamme de polluants révélant un transport intercontinental. L'on peut voir des exemples de tendances générales avec les métaux lourds et les hydrocarbures.

b) Métaux lourds

90. Les études sur les polluants contenus dans les neiges et glaces⁶⁶ polaires ont consacré une attention toute particulière aux métaux lourds. Les études sur les métaux lourds dans les eaux et le biote de l'océan Austral sont plus rares et pâtissent du fait des fortes variabilités et des difficultés d'analyse⁶⁷. Le plomb (Pb) est un exemple de métal lourd largement dispersé dans l'environnement antarctique. Sa présence est avant tout le résultat de son utilisation comme tetra-alkyle de plomb en additif à l'essence. Les niveaux pré-industriels sont habituellement de l'ordre de 0,3 à 0,5 ng kg⁻¹, dérivés des poussières de la croûte terrestre et peut-être d'apports volcaniques⁶⁸. Entre 1920 et 1950, les concentrations de plomb se situaient aux alentours d'une moyenne de 2,5 ng kg⁻¹, pour augmenter nettement à 6 ng kg⁻¹ entre 1950 et 1980⁶⁹, soit une concentration de 12 à 20 fois plus élevée. Les diminutions constatées par la suite peuvent être attribuées à l'utilisation accrue d'essence à faible teneur en plomb⁷⁰. Les ratios isotopiques suggèrent un contenu anthropique de plomb dans les eaux de mer antarctiques.

c) Hydrocarbures

91. En Antarctique, les niveaux de pollution par hydrocarbures provenant d'activités anthropiques sont très faibles et localisés par rapport aux autres parties du monde. Avec les faibles niveaux d'hydrocarbures naturels biogéniques, cela fait de l'Antarctique l'endroit idéal pour servir de référence et évaluer la pollution mondiale par hydrocarbures^{71, 72}. Toutefois, il convient de bien faire la différence entre les sources mondiales et locales de pollution, ces dernières risquant de compromettre l'évaluation de la pollution mondiale^{73, 74}.

Citons en exemple de pollution locale les 600 000 litres de diesel déversés en janvier 1989 à Port Arthur, dans la péninsule Antarctique, du fait du naufrage du navire Argentin Bahía Paraiso⁷⁵.

92. L'on a trouvé des hydrocarbures chlorés dans le biote, la neige, la glace et l'air de l'Antarctique^{76, 77, 78}. Ce sont des substances qui n'ont pas de sources naturelles connues⁷⁹. L'on en a aussi trouvé des traces résiduelles dans des mousses et lichens à divers endroits⁸⁰.

E. Appauvrissement de la couche d'ozone

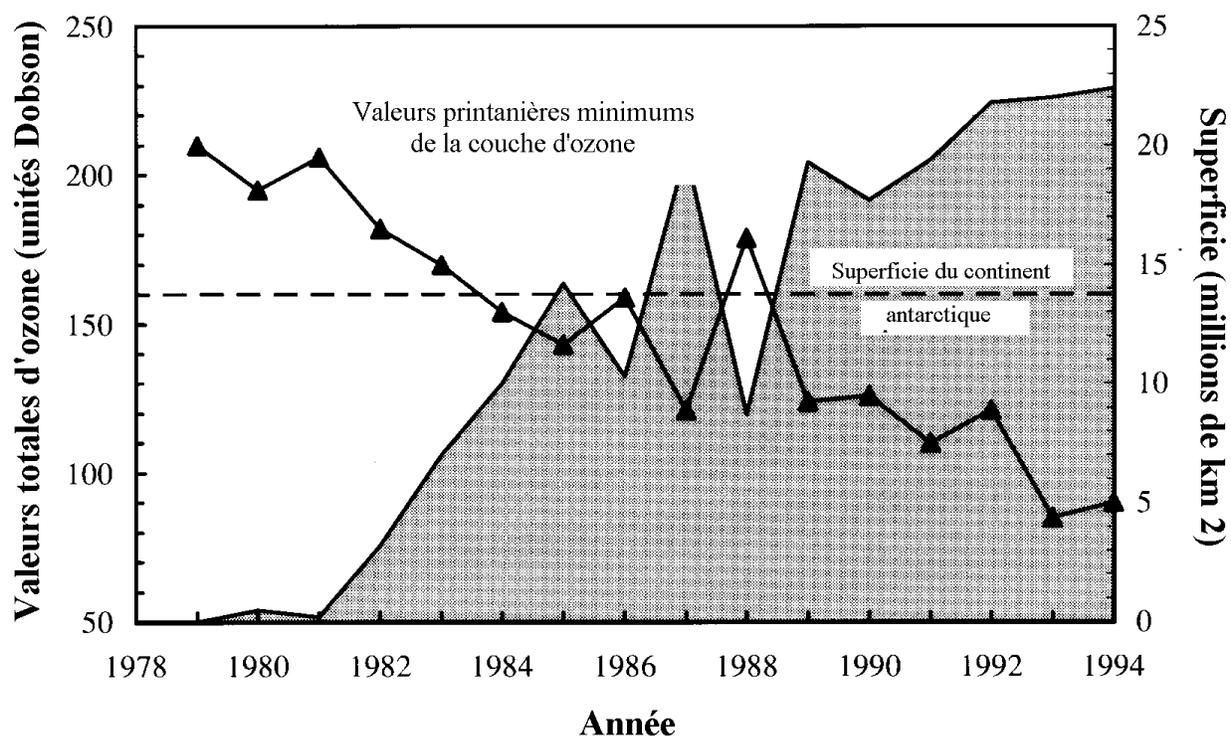
93. La découverte de l'importance de l'appauvrissement de la couche d'ozone, inattendue, a exigé une importante révision des théories relatives à la chimie de la stratosphère. Les scientifiques avaient bien prévu la possibilité de l'appauvrissement de la couche d'ozone⁸¹ mais la découverte du «trou» au-dessus de l'Antarctique par Farman et divers collaborateurs⁸² fut une surprise. L'on comprend maintenant dans l'ensemble les processus qui y ont abouti. Du fait des réactions chimiques affectant les nuages dans la stratosphère le chlore et le brome s'y transforment, d'espèces réservoirs passives, en des formes qui détruisent l'ozone par catalyse en présence de la lumière du soleil⁸³. L'appauvrissement de la couche d'ozone persiste jusqu'à ce que le réchauffement de la stratosphère polaire supprime les nuages stratosphériques et disperse le tourbillon circumpolaire au début de l'été.

a) Évolutions

94. De 1978 à 1987, le «trou» dans la couche d'ozone s'est agrandi, aussi bien en termes de profondeur (perte totale d'ozone sur une colonne) qu'en superficie (voir figure IV). Cette croissance n'était pas linéaire mais semblait fluctuer sur une période de deux ans influencée par les vents équatoriaux⁸⁴. L'appauvrissement a nettement diminué en 1988 mais est redevenu aussi important sur la période 1989-1991 qu'en 1987. Le «trou» dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique a continué de s'agrandir pendant le début des années 90, quoique les «trous» particulièrement importants des années 1992 et 1993 aient été dus en partie aux sulfates en provenance de l'éruption volcanique du Pinatubo qui ont décuplé l'efficacité de la destruction de l'ozone par catalyse au chlore et au brome⁸⁵. Au printemps 1993, la mesure d'ozone était particulièrement basse (85 unités Dobson). Tandis qu'en 1995, l'appauvrissement de la couche d'ozone a commencé encore plus tôt qu'au cours des années précédentes à un rythme plus rapide que jamais⁸⁶. Les sondages verticaux effectués au-dessus du pôle Sud en septembre et octobre 1995 ont révélé une destruction pratiquement complète de la couche d'ozone entre 15 et 20 km d'altitude. Entre septembre et octobre 1995, les valeurs totales d'ozone au-dessus de l'Antarctique étaient extrêmement faibles, les minimums seulement légèrement supérieurs aux records enregistrés en 1993.

Figure IV

Valeurs printanières minimums de la couche d'ozone dans le «trou» au-dessus de l'Antarctique de 1979 à 1994. La partie remplie du graphique indique la surface moyenne de la zone de «trou» (soit des valeurs égales ou inférieures à 220 unités Dobson)



Source : J. R. Herman et divers collaborateurs «Meteor-3/TOMS observations of the 1994 ozone hole», *Geophysical Research Letters*, Vol. 22, No 3, (1995).

b) Implications

95. L'intensification des rayonnements solaires ultraviolet de surface (WB) attribuable à l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique menace les écosystèmes antarctiques. Ces rayonnements sont dangereux non seulement pour les colonies terrestres primaires, telles les cyanobactéries et les algues, mais aussi pour les lichens et les mousses, les formes supérieures de plantes et les invertébrés⁸⁷. Il se peut que certains disposent de mécanismes protecteurs, mais l'on ne comprend pas bien encore les conséquences possibles à long terme⁸⁸.

96. L'on a obtenu des preuves des effets directs de l'augmentation des rayonnements UV-B dans les eaux antarctiques en comparant la productivité du phytoplancton à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de «trou». Selon une étude, la réduction de la productivité de phytoplancton serait de 6 à 12 % dans la zone glaciaire marginale⁸⁹. Karentz et divers collaborateurs⁹⁰ en concluent que le phytoplancton des mers antarctiques dispose peut-être d'un mécanisme de protection lui permettant de se pigmenter suivant les besoins. En termes de conséquences écologiques, McMinn et divers collaborateurs⁹¹ concluent que le remplacement d'espèces sensibles aux rayonnements ultraviolets par d'autres qui les tolèrent pourrait être plus important que la diminution de la productivité totale. Les effets à long terme des rayons ultraviolets sur les écosystèmes sont d'autant plus difficiles à prédire que l'on ne sait pas grand chose à ce sujet jusqu'à présent⁹².

97. Dernières découvertes scientifiques

- 1) Le rythme de croissance atmosphérique de certaines des principales substances qui provoquent un appauvrissement de la couche d'ozone s'est ralenti, confirmant l'impact escompté du Protocole de Montréal (1987) et de ses amendements et ajustements.
- 2) La conclusion selon laquelle les composés de chlore et de brome, s'ajoutant aux effets chimiques de la stratosphère polaire sur les particules qui s'y trouvent naturellement, sont responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone a été encore confirmée. Le SCAR a constaté que l'on sait maintenant que d'autres composés que les CFC (méthyl-bromes par exemple) détruisent la couche d'ozone.
- 3) Le «trou record» dans la couche d'ozone en 1993 s'expliquait surtout par une stratosphère plus froide que d'habitude, un tourbillon circumpolaire stable et les projections volcaniques du mont Pinatubo.
- 4) La superficie maximum du «trou» dans la couche d'ozone approche sa valeur limite que lui impose la région de faible température au sein du tourbillon circumpolaire.
- 5) L'on s'attend à des pertes maximales d'ozone vers la fin des années 90.
- 6) L'on a encore confirmé le lien entre la diminution de la couche stratosphérique d'ozone et l'augmentation des rayonnements ultraviolets de surface.

- 7) L'appauvrissement de la couche d'ozone provoque un forçage radiatif négatif moyen planétaire.

F. La glace de mer

98. Une des caractéristiques les plus frappantes de l'hémisphère austral est la présence de la glace de mer autour de l'Antarctique et sa variabilité. Cette variation spectaculaire de la superficie de la mer de glace est telle qu'elle passe de 4 millions de km² vers la fin de l'été à près de 20 millions de km² à la fin de l'hiver, ce qui fait plus que doubler la surface recouverte de glace de l'Antarctique⁹³. Cette importante fluctuation saisonnière affecte les échanges d'énergie, de masse et d'impulsion entre l'océan et l'atmosphère et joue, parallèlement aux fluctuations saisonnières des glaces de mer arctiques, un rôle important dans le climat mondial.

a) Formation de la glace de mer antarctique

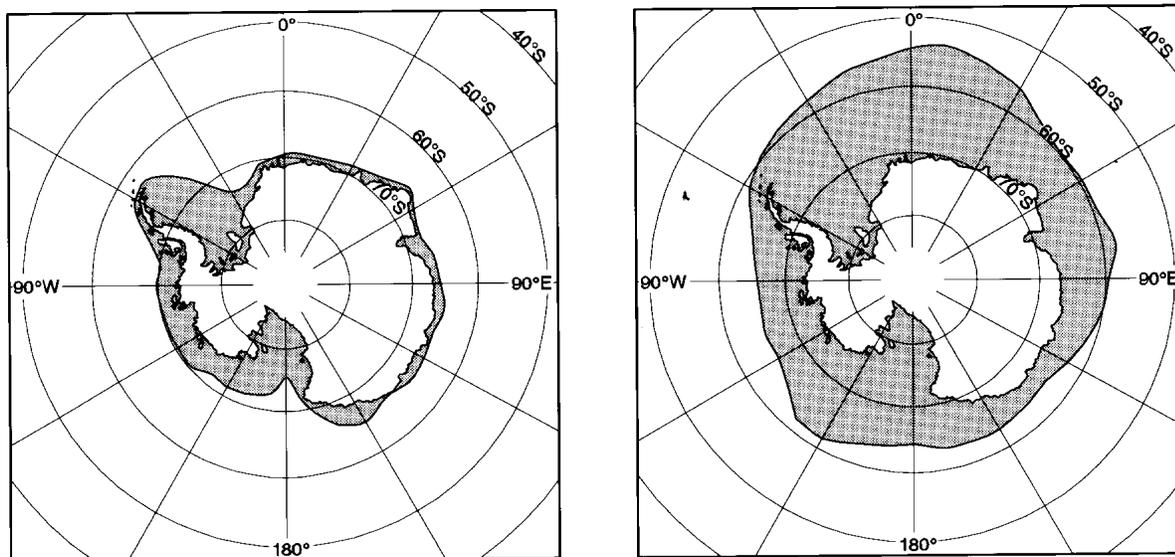
99. La glace de mer se forme lorsque de petits cristaux de glace d'orientations irrégulières se constituent en une fine couche qui croît en profondeur en congelant l'eau à sa base. En cas de mouvements importants des vagues, la glace se forme en disques pratiquement circulaires, ou «crêpes» qui se regroupent entre eux pour former une couverture continue dont l'épaisseur peut atteindre des dizaines de centimètres⁹⁴. Quatre facteurs dominent la formation de la glace de mer: les flux de chaleur océaniques ou courants de convection; la température atmosphérique; l'action de la houle et les courants océanographiques⁹⁵. La formation de la glace de mer antarctique est particulièrement influencée (par rapport à celle de l'Arctique) par l'expansion rapide de la couverture de glace et la formation de «glace de neige» lorsque la surface glacée est recouverte d'eau de mer⁹⁶.

b) Répartition spatiale

100. Durant l'été austral, la glace de mer se trouve essentiellement dans la partie occidentale de la mer de Weddel, la partie australe des mers de Bellingshausen et d'Amundsen et le sud-est de la mer de Ross, avec une étroite frange de glace visible habituellement presque tout autour du continent⁹⁷. En hiver, la couche s'étend au maximum plus au nord dans la partie orientale de la mer de Weddell et plus au sud dans la partie occidentale de la mer de Bellingshausen (figure V). Quoique le cycle saisonnier soit constant, la couverture de la glace de mer varie d'une année sur l'autre. Des recherches effectuées récemment suggèrent que ces fluctuations sont peut-être liées aux périodicités climatiques associées à l'oscillation australe «El Nino»⁹⁸.

Figure V

Variabilité saisonnière de la glace de mer antarctique (partie ombrée) sur la période 1973-1992, a) moyenne de couverture minimale
b) moyenne de couverture maximale



Source : I. Simmonds et T. H. Jacka, «Relationships between the interannual variability of Antarctic sea ice and the Southern Oscillation», Journal of Climate, Vol. 8 (1995).

101. Les eaux se libèrent au sein de la glace de mer en chenaux et polynies là où l'interaction océan-atmosphère est intense et la glace s'épaissit de façon significative. Les chenaux se trouvent dans toute glace de mer, du fait des mouvements différentiels de la glace provoqués surtout par les vents. Les polynies sont des zones récurrentes d'eau libre ou de faible concentration glaciaire observées dans les mêmes zones au sein de la glace de mer. Les plus grandes se trouvent dans les mers de Weddell et de Ross du fait de la combinaison du forçage océanographique et atmosphérique. Jacobs et Comiso⁹⁹ ont constaté que les polynies de la mer de Ross sont influencées à la fois par la montée d'eaux chaudes relativement salées le long du versant continental et par les forts vents catabatiques en provenance du continent.

c) Épaisseur

102. La couverture de glace de mer en Antarctique est sensiblement plus mince que celle de l'Arctique d'âge similaire^{100, 101, 102, 103}. La glace de mer d'un an dans l'est de l'Antarctique est habituellement épaisse de 0,4 à 0,6 m¹⁰⁴, tandis que celle plus âgée de l'ouest de la mer de Weddell – la plus vaste zone de glace pérenne de l'Antarctique fait en général 1 à 3 m d'épaisseur¹⁰⁵. La couverture hivernale de glace dans le secteur Pacifique de l'océan Austral semble être plus épaisse (0,9 m en moyenne) que dans la majeure partie de la mer de Weddell et dans l'Antarctique Est¹⁰⁶.

103. Dernières découvertes scientifiques

- 1) Une analyse de l'ensemble de la couverture de glace entre 1978 et 1994 n'a pas détecté de modification sensible sur le plan statistique dans la glace de mer antarctique 107, quoiqu'il y ait de fortes variabilités d'une année à l'autre et que la série chronologique de données synoptiques disponibles soit relativement courte. Sur la même période, il semble que la glace de mer arctique ait diminué de 5,5 %.
- 2) L'on a remarqué dans les mers de Bellingshausen/Amundsen des réductions significatives de la couverture estivale de glace de mer vers la fin des années 80/début des années 90, ce qui correspond bien à un réchauffement du climat à l'ouest de la péninsule antarctique¹⁰⁸.
- 3) Parkinson¹⁰⁹ a mesuré une «saison de mer de glace» entre 1979 et 1986 qui indiquait un rallongement de la saison dans la mer de Ross mais un raccourcissement dans les mers de Weddell et de Bellingshausen.
- 4) La périodicité de la couverture de glace de mer antarctique semble suivre les variations des périodicités climatiques de associées à «El Nino»¹¹⁰

G. Inlandsis

104. Plus de 87 % des eaux douces terrestres sont sous forme de glace et plus de 90 % de cette glace se trouve en Antarctique¹¹¹. L'inlandsis antarctique et le seuil glaciaire qui le prolonge sont des éléments significatifs du système climatique mondial, qu'influencent sa forte réflexion de la lumière solaire ainsi que son altitude. La dimension relative de l'inlandsis a un effet direct

sur le niveau global des mers et l'on estime que 62 à 70 m d'équivalent de niveau de mer sont pris dans cette masse de glace¹¹².

a) Bilan massique de l'inlandsis antarctique

105. Le bilan massique de l'inlandsis est le paramètre le plus indispensable et le moins connu pour étudier les effets du réchauffement de la planète sur l'inlandsis antarctique¹¹³. Ce bilan se calcule en ajoutant le bilan massique net à la surface supérieure – c'est-à-dire les précipitations moins la fonte, la sublimation, l'évaporation et la déflation – aux pertes par fonte à la bordure inférieure et au vèlage d'icebergs aux limites. Ces quelques milliers d'années passées, la fonte et le vèlage de l'inlandsis ont maintenu un équilibre approximatif entre accumulation et usure¹¹⁴. L'on ne dispose que d'estimations grossières du bilan massique actuel, avec des incertitudes allant de 20 à 50 % dans chaque direction¹¹⁵. L'évaluation la plus à jour¹¹⁶ indique que l'inlandsis antarctique perd de la masse en faveur des océans mais des études plus poussées seraient nécessaires, en particulier en termes d'usure, avant de pouvoir arriver à des conclusions fiables.

106. Plusieurs études examinent l'avenir du bilan massique de l'inlandsis antarctique^{117, 118, 119}. Leurs résultats suggèrent qu'avec le réchauffement de la planète, l'augmentation des précipitations au-dessus de l'inlandsis antarctique va se traduire par une plus forte accumulation, mais si la température atmosphérique s'élève de plus de 5 °C au-dessus de la température actuelle, l'inlandsis antarctique risque de commencer à diminuer.

b) Vèlage d'icebergs et fonte du seuil glaciaire

107. Le vèlage d'icebergs est le plus important facteur d'usure de l'inlandsis antarctique¹²⁰. Selon des estimations récentes fondées sur des données recueillies par des navires et des satellites, ce vèlage est actuellement seulement légèrement inférieur à l'accumulation annuelle totale¹²¹. La fonte du seuil glaciaire est l'autre élément principal d'usure avec environ 80 % de cette fonte se produisant à la base du seuil circumpolaire à plus de 100 km du front de glace¹²². De récentes recherches ont révélé que l'inlandsis antarctique est en retraite constante depuis une cinquantaine d'année^{123, 124, 125, 126}. Il semble donc que le seuil glaciaire soit un indicateur sensible de l'évolution du climat.

c) Stabilité de l'inlandsis

108. L'inlandsis de l'Antarctique oriental, très stable et très ancien, a sa base essentiellement au-dessus du niveau de la mer. À l'ouest, l'inlandsis repose par contre sur un lit bien inférieur au niveau de la mer et de nombreux glaciologues pensent qu'il est instable et risque de s'effondrer. Il se peut que les courants glaciaires, vastes courants qui ressemblent à des rivières de glace, soient très importants pour l'équilibre de l'inlandsis «marin»¹²⁷. Ces courants peuvent en effet transporter de la glace de l'intérieur en bordure à une vitesse une ou deux fois plus grande que celle de l'écoulement général de la glace. Il serait indispensable de comprendre la nature de la transition entre inlandsis, courant et seuil pour résoudre la question de la stabilité de l'inlandsis antarctique.

d) Effet sur le niveau de la mer

109. Le niveau de la mer s'est élevé en moyenne de 6 mm par an⁻¹ depuis la dernière grande glaciation (18 000 ans avant notre ère)¹²⁸ alors que les estimations les plus exactes possibles de l'élévation du niveau de la mer, faites pour le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, sur ces 100 dernières années la situe à 1,5 mm par an⁻¹¹²⁹. Les contributions les plus probables à l'élévation du niveau de la mer ces 100 dernières années sont la dilatation thermique (0,4 mm par an⁻¹), la fonte des petites calottes glaciaires et petits glaciers (0,4 mm par an⁻¹) et les pertes de l'inlandsis du Groenland (0,25 mm par an⁻¹)¹³⁰. L'on n'a ainsi pas d'explication pour 0,45 mm des 1,5 mm par an⁻¹ considérés par le GIEC comme l'estimation «la plus exacte possible». Si une partie de la masse de l'inlandsis antarctique est effectivement en train de se dissoudre dans les océans, il suffirait qu'une faible portion de ce déficit provienne de glaces terrestres pour couvrir les 0,45 mm par an⁻¹ manquant d'élévation du niveau de la mer.

110. Drewry et Morris¹³¹, toutefois, soulignent que la contribution actuelle de l'inlandsis antarctique à l'élévation du niveau de la mer ne peut être estimée de façon fiable en considérant l'ensemble du continent comme une seule entité. Les rythmes d'accumulation et d'usure varient en effet suivant plusieurs facteurs dont la nature de l'inlandsis, la topographie des alentours et la dynamique de la glace. La topographie en dessous de l'inlandsis est particulièrement importante puisqu'elle peut se traduire par des seuils de stabilité ou d'instabilité provoquant une réaction échelonnée en cas de changement climatique¹³².

111. Découvertes scientifiques récentes

- 1) Les tendances au réchauffement à long terme de la péninsule antarctique sont si importantes qu'elles semblent être significatives du point de vue statistique^{133, 134}
- 2) Cinq des seuils glaciaires au nord de la péninsule antarctique ont reculé de façon spectaculaire au cours des 50 dernières années, peut-être en raison du réchauffement de l'atmosphère¹³⁵.
- 3) L'effondrement spectaculaire du seuil glaciaire de Larsen survenu récemment dans la péninsule antarctique semble indiquer qu'une fois qu'un seuil glaciaire a reculé au-delà d'une limite critique, il risque de s'effondrer rapidement¹³⁶.
- 4) Les récents modèles numériques en trois dimensions n'accréditent pas un effondrement catastrophique du seuil glaciaire de l'Antarctique occidental¹³⁷.

V. CONCLUSIONS

A. Questions d'ordre écologique

112. L'industrie touristique en Antarctique est en pleine croissance, le nombre de sites où se rendent les touristes ainsi que leurs gammes d'activités ayant augmenté de façon spectaculaire. Dans l'ensemble, on ne sait pas vraiment quel va être l'impact à long terme des activités touristiques sur l'environnement antarctique et il n'est pas facile de distinguer entre les changements naturels et ceux causés par l'homme dans la mesure où les données à ce sujet ne sont recueillies que depuis peu de temps.

113. La pêche se situe maintenant au dessous des niveaux de total autorisé de capture fixé par la Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, mais de nombreuses pêches, notamment celle au krill, présentent encore un intérêt commercial. Les pêches à la palangre ont suscité des problèmes de prises accessoires d'oiseaux de mer et il existe aussi un problème de pêche illégale dans la zone protégée par la Convention pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. La Commission essaye de résoudre tous ces problèmes. Il serait important d'obtenir des connaissances exactes sur la biologie et l'écologie de l'écosystème marin afin de pouvoir prendre des décisions fondées en matière de gestion qui permettent d'assurer une pêche durable, ce qui est le but de la Commission.

114. Les polluants en provenance des zones industrielles et peuplées du monde sont transportés en Antarctique par les circulations atmosphériques et océaniques. Mais les niveaux de pollution sont encore en général assez faibles, sauf dans certains sites. L'Antarctique est donc dans une situation idéale pour servir de référence aux activités de surveillance des polluants qui parcourent de longues distances, puisque les activités humaines y sont encore minimales et localisées. Il serait important de faire en sorte que cette valeur scientifique de l'Antarctique ne soit pas détruite par des sources locales de contamination.

115. L'on s'attend à ce qu'il y ait un important «trou» dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique durant le printemps austral pendant encore des dizaines d'années puisque les quantités de chlore et de brome dans l'atmosphère ne s'approcheront des niveaux d'avant le «trou» (fin des années 70) que lentement au cours du siècle prochain. L'on prévoit que la couche d'ozone soit plus affectée par des perturbations d'origine humaine tout en étant susceptible aux variations naturelles dans la période aux alentours de 1998 où l'atmosphère contiendra probablement des quantités maximales de brome et de chlore. Ce n'est que grâce aux restrictions imposées aux émissions de chlore et de brome par la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et le Protocole de Montréal sur les substances qui affectent la couche d'ozone que l'on peut espérer voir disparaître le «trou» au-dessus de l'Antarctique.

116. La glace de mer est un paramètre essentiel de l'environnement antarctique, son important cycle saisonnier ayant un impact significatif sur les échanges d'énergie, de masse et de mouvement entre océan et atmosphère. Des recherches basées sur des données obtenues par satellite ont révélé que la durée des saisons de glace de mer et sa portée maximale ont fluctué durant toutes les

années 70 et 80. L'évaluation des variations de l'ensemble de la couverture de glace n'a jusqu'à présent pas permis de détecter d'évolution significative en Antarctique, quoi sur les mers de Bellingshausen et d'Amundsen, il semble que la glace de mer réagisse à un réchauffement local du climat. L'on ne dispose toutefois pas de suffisamment de données recueillies systématiquement et recouvrant assez d'espace pour déterminer la variabilité saisonnière et régionale de l'épaisseur de glace et de neige, sa répartition et ses processus de croissance.

117. Le bilan massique de l'inlandsis antarctique devrait constituer une variable importante pour les études météorologiques mondiales. Mais les incertitudes quant aux degrés d'accumulation et d'usure ainsi qu'aux caractéristiques de variations spatiales de l'inlandsis interdisent jusqu'à présent de parvenir à des estimations fiables de ce bilan. Dans l'immédiat, l'on pense que le principal effet du réchauffement de la planète sur le bilan massique de l'inlandsis antarctique va être une augmentation des précipitations, et donc de l'accumulation. De nombreux glaciologues pensent que l'inlandsis antarctique occidental, qui repose sur la mer, est vulnérable au réchauffement de la planète et au relèvement du niveau de la mer, mais l'on ne sait pas très bien s'il est actuellement en recul, en équilibre ou en progrès. L'élévation des températures atmosphériques et le recul parallèle de l'inlandsis sur la péninsule antarctique ces 50 dernières années indiquent que c'est une région qui constitue un bon indicateur des changements climatiques.

B. Rapport exhaustif sur la situation de l'environnement antarctique

118. Il n'a pas été possible de procéder à une synthèse exhaustive ni à un examen complet de toutes les connaissances disponibles pour préparer le présent rapport qui ne fait que résumer la situation de l'environnement antarctique. Aucun rapport exhaustif à ce sujet n'a encore été rédigé.

119. Le chapitre 17 d'Action 21 énonçait le consensus auquel les gouvernements étaient parvenus sur la nécessité de «faciliter l'accès de la communauté scientifique internationale et des institutions spécialisées des Nations Unies» aux données et informations provenant d'activités de recherche scientifique essentielles notamment pour la compréhension de l'environnement mondial. Si ce texte ne le mentionne pas de façon explicite, une grande partie de ces données concernent la situation de l'environnement antarctique, en particulier à propos de l'appauvrissement de la couche d'ozone, des modifications climatiques et de la distribution des divers polluants.

120. La nécessité impérieuse de préparer un rapport complet sur la situation de l'environnement en Antarctique émane aussi du Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement. Plus précisément l'alinéa j) de l'article 12 du Protocole de Madrid stipule que le Comité pour la protection de l'environnement doit présenter un rapport à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique sur la situation de l'environnement antarctique.

121. Lors de la vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, il a été suggéré que le SCAR devrait examiner la question de la préparation d'un

tel rapport et donner des conseils à ce sujet. Lors de la réunion du SCAR tenue à Cambridge (Royaume-Uni) en août 1996, l'on a examiné la question de la préparation d'un tel rapport. L'on a estimé qu'il serait opportun et indispensable que le SCAR appuie, en collaboration avec toutes autres parties intéressées, les efforts visant à préparer, à propos de cette région essentielle, une analyse qui fasse vraiment autorité. Le SCAR doit nommer très prochainement un petit comité directeur qui entamera les pourparlers avec d'autres organisations sur la portée et le contenu de ce rapport puis rendra compte de ces pourparlers à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique en 1997.

122. Un tel rapport devrait pour la première fois rassembler toutes sortes de données dispersées dans ce qui a été écrit à propos de l'Antarctique et dans les bases de données du monde entier sur l'environnement, sous une forme intelligible et facile à interpréter. Par ailleurs, ce rapport servirait utilement à informer tous les membres de la communauté internationale à propos de l'Antarctique.

123. La préparation de ce rapport présenterait aussi des avantages concrets. Les institutions scientifiques et techniques pertinentes des Nations Unies sont prêtes à appuyer la réalisation de cet objectif et à contribuer concrètement à la réalisation des objectifs contenus dans le chapitre 17 d'Action 21 dans l'intérêt commun des États parties au Traité sur l'Antarctique et des autres.

Notes

¹ Le présent rapport a été préparé au nom du Secrétaire général par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) avec l'aide du International Centre for Antarctic Information and Research (Christchurch, Nouvelle-Zélande) dans le cadre du programme du PNUE pour la Base de données sur les ressources mondiales.

² Fox, A. J. et A. P. R. Cooper Measured properties of the Antarctic Ice sheet derived from the SCAR Antarctic digital database, Polar Record, vol. 30, No 174 (1994), p. 204.

³ Comité scientifique pour les recherches antarctiques (SCAR) : The role of Antarctica in global change: scientific priorities for the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) (Cambridge, SCAR, 1989), p. 5.

⁴ Harris, C. M. et B. Stonehouse, éd. Antarctica and global climatic change, (Londres, Belhaven Press, 1991).

⁵ Drewry, D. J., R. M. Laws et J. A. Pyle. Antarctica and environmental change, (Oxford, Clarendon Press, 1993).

⁶ Weller, G. «Antarctica and the detection of environmental change», dans Antarctica and environmental change, Drewry, D. J., R. M. Laws et J. A. Pyle, éd. (Oxford, Clarendon Press, 1993), p. 1.

⁷ Protocole au Traité sur l'Antarctique, relatif à la protection de l'environnement (La version intégrale en a été publiée par le Comité scientifique pour les recherches antarctiques, 1993).

⁸ Rapport présenté à la vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique par le gouvernement dépositaire de la Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique (Royaume-Uni) : document de travail 7, XX ACTM; Utrecht (Pays-Bas) 29 avril au 10 mai 1996.

⁹ Rapport présenté à la vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique par la Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. Document 103, Utrecht (Pays-Bas), 29 avril au 10 mai 1996.

¹⁰ Les informations présentées dans cette partie et la suivante sont un résumé des notes d'information 69, 71 et 72 présentées par le SCAR à la vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique par la Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, Utrecht (Pays-Bas), 29 avril au 10 mai 1996.

¹¹ Strömberg, J. O. et divers collaborateurs. State of the Marine Environment in Antarctica. PNUE : Regional Seas Reports and Studies No. 129 (Nairobi, PNUE, 1990).

¹² Kelleher, G., C. Bleakley et S. Wells. A global representative system of marine protected areas: Volume 1. (Washington D. C., Great Barrier Reef Marine Park Authority, Banque mondiale et Alliance mondiale pour la nature, 1995).

¹³ Lewis Smith, R., D. Walton et P. Dingwall. Developing the Antarctic protected area system. Conservation of the Southern Polar Regions 1. Proceedings of the SCAR/IUCN Workshop on Antarctic Protected Areas, Cambridge (Royaume-Uni) 29 juin-2 juillet 1992 (Gland. UICN, 1994).

¹⁴ Dingwall, P. Progress in conservation of the Sub-Antarctic islands. Conservation of the Southern Polar Regions 2. Proceedings of the SCAR/IUCN Workshop on Protection, Research and Management of Sub-Antarctic Islands, Paimpont (France), 27-29 avril 1992 (Gland, UICN, 1995).

¹⁵ Dingwall, P. et D. Walton. Opportunities for Antarctic environmental education and training. Conservation of the Southern Polar Regions 3. Proceedings of the SCAR/IUCN Workshop on Environmental Education and Training, Gorizia (Italie) 26-29 avril 1993 (Gland, IUCN, 1995).

¹⁶ Projet de rapport du SCAR et du Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique sur les ateliers sur le suivi écologique en Antarctique tenus à Oslo du 17 au 20 octobre 1986 et à College Station (Texas) du 25 au 29 mars 1996, p. 3.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Parties au Traité sur l'Antarctique : documents annuels d'échange d'informations soumis par les pays d'origine, dates diverses.

²⁰ Beltramino, J. C. M. 1993 : The Structure and Dynamics of Antarctic Population. (New York, Vantage Press, 1993), p. 55.

²¹ D'après Enzenbacher, D. J. «Tourists in Antarctica: numbers and trends», Polar Record, vol. 28, no. 164, (1993), pages 17-22.

²² Enzenbacher, D. J. «Antarctic tourism: an overview of 1992/93 season activity, recent developments, and emerging issues», Polar Record, vol. 30, No 173 (1994).

²³ Ibid.

²⁴ Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. Note d'information 13, Dix-neuvième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, Séoul, 8 au 19 mai 1995.

²⁵ Enzenbacher, op. cit. (1992), pages 18-19.

²⁶ Australie, 1995-1996 Australian tourist overflights of Antarctica. Note d'information 34, Vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique, Utrecht (Pays-Bas), 29 avril-10 mai 1996, p. 5.

²⁷ Royaume-Uni, op. cit. (1995), p. 3.

²⁸ Association internationale des organisateurs de voyages en Antarctique. Note d'information 96, Vingtième Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique Utrecht (Pays-Bas), 29 avril-10 mai 1996, p. 1.

²⁹ Enzenbacher, op. cit. (1992), p. 19.

³⁰ Royaume-Uni, op. cit. (1995), p. 1.

³¹ Association internationale des organisateurs de voyages en Antarctique, op. cit. (1996), p. 1.

³² National Science Foundation. Seventh Antarctic Tour Operators Meeting, Washington D. C. juillet 1995.

³³ Ucha, S. B. et A. M. Barrio Report on Antarctic tourism numbers through the port of Ushuaia 1995-96 (Ushuaia, Argentine, Instituto Fueguino de Turismo, 1996).

³⁴ Vincent, W. F., éd. Environmental management of a cold desert ecosystem: the McMurdo Dry Valleys. Rapport d'un atelier de la National Science Foundation organisé à Santa Fé (New Mexico) du 14 au 17 mars 1995 (Reno, Nevada, Desert Research Institute, 1996).

³⁵ Ensembacher, D. J. «Tourism at Faraday Station: an Antarctic case study», *Annals of Tourism Research*, vol. 21, No. 2 (1994).

³⁶ Ucha et Barrio, op. cit. (1996).

³⁷ Australie, op. cit.(1996).

³⁸ Kock, K-H. «Fishing and conservation in southern waters», *Polar Record*, vol. 3, No. 172 (1994).

³⁹ Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. Mesures de conservation en vigueur 1995/96. (Hobart, CCAMLR, 1996a).

⁴⁰ D'après Kock, op. cit. (1994).

⁴¹ Ibid.

⁴² Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. Bulletin de statistiques 1996 (1986-1995), (Hobart, CCAMLR, 1996b).

⁴³ Ibid. Bulletin 1996 (Hobart, CCAMLR, 1996c).

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Ibid. Bulletin No. 15 (novembre 1993), p. 1.

⁴⁶ Ashford, J. R. et J. P. Croxall. «Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* at the South Sandwich Islands and South Georgia», Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, *Science*, vol. 1 (1994).

⁴⁷ Ibid. «Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* at the South Sandwich Islands and South Georgia, April to May 1994», Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, *Science*, vol. 2, (1995).

⁴⁸ Dalziell, J. et M. de Poorter. «Seabird mortality in longline fisheries around South Georgia», *Polar Record*, vol. 29, No 169 (1993).

⁴⁹ Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique. Bulletin No 17 (décembre 1995), p. 2.

⁵⁰ Ibid., op. cit. (1996a).

⁵¹ Ministère néo-zélandais des affaires étrangères et du commerce extérieurs. Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique : Quatorzième Réunion; Hobart, mai 1996. Rapport de la délégation néo-zélandaise. (Wellington, Ministère des affaires étrangères et du commerce extérieur, 1995), p. 13.

⁵² Commission pour la protection de la faune et de la flore marines dans l'Antarctique, op. cit. (1996 a).

⁵³ Kock, op. cit. (1994)

⁵⁴ Jones, J. B. dans Kock, op. cit. (1994).

⁵⁵ Association Antarctique-océan Austral (ASOC). «Illegal fishing threatens CCAMLR's ability to manage Antarctica's fisheries», The Antarctica Project, vol. 5, No 2 (1996).

⁵⁶ Ministère néo-zélandais des affaires et du commerce extérieurs, op. cit. (1995), p. 12.

⁵⁷ Cripps, G. C. et J. Priddle. «Hydrocarbons in the Antarctic marine environment», Antarctic Science, vol. 3, No 3 (1991).

⁵⁸ Wolff, E. W. «The influence of global and local atmospheric pollution on the chemistry of Antarctic snow and ice», Marine Pollution Bulletin, vol. 25, Nos 9-12 (1992).

⁵⁹ Focardi, S. et divers collaborateurs. «Organochlorine residues in moss and lichen samples from two Antarctic areas», Polar Record, vol. 27, No 162 (1991).

⁶⁰ Venkatesan, M. I. et M. C. Kennicutt. «Pollutants in Antarctica: hydrocarbons, metals and synthetic chemicals». Document encore non publié présenté aux ateliers de surveillance de l'environnement en Antarctique du SCAR/Conseil des administrateurs des programmes nationaux en Antarctique : Atelier 1 : Prioritization of impacts and the development of monitoring options, Oslo, 17 au 20 octobre 1995.

⁶¹ Wolff, E. W. «Signals of atmospheric pollution in polar ice and snow», Antarctic Science, vol. 2 No 3 (1990).

⁶² Ibid. «Environmental monitoring in Antarctica: atmospheric pollution». Document encore non publié présenté à l'atelier I (voir note 60 ci-dessus).

⁶³ Cripps et Priddle, op. cit. (1991).

⁶⁴ Strömberg et divers collaborateurs, op. cit. (1990).

⁶⁵ Wolff, op. cit. (1992).

⁶⁶ Ibid., p. 276.

⁶⁷ Strömberg et divers collaborateurs, op. cit. (1990), p. 19.

⁶⁸ Wolff, op. cit. (1992).

- ⁶⁹ Wolff, E. W. et E. D. Suttie «Antarctic snow record of Southern hemisphere lead pollution», Geophysical Research Letters, vol. 21, No 9 (1994)
- ⁷⁰ Wolff, op. cit. (1990).
- ⁷¹ Cripps et Priddle, op. cit.(1991).
- ⁷² Cripps, G. C. «Natural and anthropogenic hydrocarbons in the Antarctic marine environment», Marine Pollution Bulletin, vol. 25, Nos 9-12 (1992).
- ⁷³ Boutron, C. F. et E. W. Wolff. «Heavy metal and sulphur emissions to the atmosphere from human activities in Antarctica», Atmospheric Environment, vol. 23, No 8 (1989).
- ⁷⁴ Strömberg et divers collaborateurs, op. cit. (1990), p. 5.
- ⁷⁵ Kennicutt, M. C. et S. T. Sweet. «Hydrocarbon contamination on the Antarctic Peninsula: III. The Bahia Paraiso - two years after the spill», Marine Pollution Bulletin, vol. 25, Nos 9-12 (1992).
- ⁷⁶ Riseborough, R. W. et G. M. Carmignani. «Chlorinated hydrocarbons in Antarctic birds», dans B. Parker éd., Conservation in Antarctica (Kansas, Allen Press, 1972).
- ⁷⁷ Focardi, S., L. Lari et L. Marsili. «PCB congeners, DDTs and hexachlorobenzene in Antarctica fish from Terra Nova Bay (Ross Sea)», Antarctic Science, vol. 4, No 2 (1992).
- ⁷⁸ Larsson, P., C. Järnmark et A. Södergren. «PCBs and chlorinated pesticides in the atmosphere and aquatic organisms of Ross Island, Antarctica», Marine Pollution Bulletin, vol. 25, No 9-12 (1992).
- ⁷⁹ Strömberg et divers collaborateurs, op. cit. (1990), p. 26.
- ⁸⁰ Focardi et divers collaborateurs, op. cit. (1991).
- ⁸¹ Molina, M. J. et F. S. Rowland. «Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone», Nature, vol. 249 (1974).
- ⁸² Farman, J. C., B. G. Gardiner et J. D. Shanklin. «Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction» Nature, vol. 315 (1985).
- ⁸³ Pyle, J. A. et divers collaborateurs. «Ozone loss in Antarctica: the implications for global changes», Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol. 338 (1992).
- ⁸⁴ Lait, L. R., M. R. Schoeberl et P. A. Newman. «Quasi-biennial modulation of the Antarctic ozone depletion», Journal of Geophysical Research, vol. 94, (1989).

⁸⁵ Organisation météorologique mondiale (OMM), Scientific assessment of ozone depletion: 1994. Global Ozone Research and Monitoring Project, Rapport No 37 (Genève, OMM, 1995).

⁸⁶ Ibid. Antarctic Ozone Bulletin, 10/95, 6 décembre 1995 (Genève, OMM, 1995).

⁸⁷ Wynn-Williams, D. D. «Potential effects of UV radiation on Antarctic primary terrestrial colonizers: cyanobacteria, algae and cryptograms», dans Weiler, C. S. et P. A. Penhale, éd., Ultraviolet radiation in Antarctica: measurements and biological effects. Antarctic Research Series 62 (American Geophysical Union, Washington D.C. 1994), p. 243-257.

⁸⁸ Ibid., p. 254.

⁸⁹ Smith, R. et divers collaborateurs. «Ozone depletion: ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters», Science, vol. 255 (1992).

⁹⁰ Karentz, D. J., J. E. Cleaver et D. L. Mitchell. «Cell survival characteristics and molecular responses of Antarctic phytoplankton to ultraviolet-B radiation», Journal of Phycology, vol. 27 (1991).

⁹¹ McMinn, A., H. Heijnis et D. Hodgson, D. «Minimal effects of W-B radiation on Antarctic diatoms over the past 20 years», Nature, vol. 370 (1994).

⁹² Wynn-Williams, op. cit. (1994), p. 254.

⁹³ Fullard, C. K., T. R. Karl et Vinnikov, K. Ya. «Observed climate variations and change», Houghton, J. T., G. J. Jenkins et J. J. Ephraums, éd., Climate Change: the IPCC scientific assessment. Rapport préparé pour le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) par le groupe de travail, (Cambridge, Cambridge University Press, 1990), p. 195-238.

⁹⁴ Lange, M. A. et divers collaborateurs. «Development of sea ice in the Weddel Sea», Annals of Glaciology, vol. 27 (1989).

⁹⁵ Squire, V. A. «Atmosphere-ice-ocean: do we really understand what is going on?» Harris, C. M. et B. Stonehouse, éd., Antarctica and Global Climatic Change (Londres, Belhaven Press, 1991), pp. 82-89.

⁹⁶ Allison, I., R. E. Brandt et S. G. Warren. «East Antarctic sea ice: albedo, thickness distribution and snow cover», Journal of Geophysical Research, vol. 98, No C7 (1993).

⁹⁷ Parkinson C. L. «Southern Ocean sea-ice distributions and extents» Philosophical Transactions of Royal Society of London, Vol. 338 (1992).

⁹⁸ Gloersen, P. «Modulation of hemispheric sea-ice cover by ENSO events», Nature, vol. 373 (1995).

⁹⁹ Jacobs, S. S. et J. C. Comiso. «Sea ice and oceanic processes on the Ross Sea continental Shelf», Journal of Geophysical Research, vol. 94 (1989).

¹⁰⁰ Wadhams, P. M. A. Lange et S. F. Ackley. «The ice thickness distribution across the Atlantic sector of the Antarctic ocean in midwinter». Journal of Geophysical Research, vol. 92 (1987).

¹⁰¹ Lange, M. A. et H. Eicken. «The sea ice thickness distribution in the northwestern Weddell Sea». Journal of Geophysical Research, vol. 96 (1991).

¹⁰² Allison, I. et A. P. Worby. «Seasonal changes in sea ice characteristics off East Antarctica», Annals of Glaciology, vol. 20 (1994).

¹⁰³ Worby, A. P. et divers collaborateurs. «The thickness distribution of sea ice and snow cover during late winter in the Bellingshausen and Amundsen Seas, Antarctica», Journal of Geophysical Research, Oceans (sous presse).

¹⁰⁴ Allison et Worby, op. cit. (1994).

¹⁰⁵ Lange et Eicken, op. cit. (1991), p. 4821.

¹⁰⁶ Worby et divers collaborateurs, op. cit. (sous presse).

¹⁰⁷ Johannssen, O. M., M. Miles et E. Bjorgo. «The Arctic's shrinking sea ice», Nature, vol. 376 (1995).

¹⁰⁸ Jacobs, S. S. et J. C. Comiso. «A recent sea-ice retreat west of the Antarctic Peninsula», Geophysical Research Letters, vol. 20, No 12 (1993).

¹⁰⁹ Parkinson, op. cit. (1992).

¹¹⁰ Gloersen, op. cit. (1995).

¹¹¹ Meier, M. F. «Snow and ice in a changing hydrological world», Hydrological Sciences Journal, vol. 28, No 1 (1983).

¹¹² Drewry, D. J. et E. M. Morris. «The response of large ice sheets to climatic change», Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, vol. 338 (1992).

¹¹³ Sugden, D. E. «The stepped response of ice sheets to climatic change» dans Harris, C. M. et B. Stonehouse, éd., Antarctica and global climate change. (Londres, Belhaven Press, 1991), pp. 107-115.

¹¹⁴ Payne, A. J., D. E. Sugden et C. M. Clapperton. «Modelling the growth and decay of the Antarctic Peninsula Ice sheet», Quaternary Research, vol. 31, No 2 (1989).

¹¹⁵ Jacobs, S. S. et divers collaborateurs. «Melting of ice shelves and the mass balance of Antarctica», Journal of Glaciology, vol. 38 (1992).

¹¹⁶ Jacobs, S. S. et H. H. Hartmut. «Antarctic ice sheet melting and the Southeast Pacific», Geophysical Research Letters, vol. 23, No 9 (1996).

¹¹⁷ Huybrechts, P. et J. Oerlemans. «Response of the Antarctic ice sheet to future greenhouse warming», Climate Dynamics, vol. 5 (1990).

¹¹⁸ Drewry, D. J. «The response of the Antarctic Ice sheet to climatic change», Harris, C. M. et B. Stonehouse, éd., Antarctica and global climate change. (Londres, Belhaven Press, 1991), pp. 90-106.

¹¹⁹ Huybrechts, P. «The Antarctic ice sheet and environmental change: a three dimensional modelling study», Berichte zur Polarforschung, Reports on Polar Research, vol. 99 (Bremerhaven, Allemagne, Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung, 1992).

¹²⁰ Jacobs et divers collaborateurs, op. cit. (1992).

¹²¹ Drewry et Morris, op. cit. (1992).

¹²² Jacobs et Hartmut, op. cit. (1996).

¹²³ Skvarca, P. «Fast recession of the Northern Larsen Ice shelf monitored by space images», Annals of Glaciology, vol. 17, (1993), pp. 317-21.

¹²⁴ Ward, C. G. «Mapping ice front changes of Muller ice shelf, Antarctic Peninsula», Antarctic Science, vol. 7 (1995).

¹²⁵ Vaughan, D. G. et C. S. M. Doake. «Recent atmospheric warming and retreat of ice shelves on the Antarctic Peninsula», Nature, vol. 379 (1996).

¹²⁶ Rott, H., P. Skvarca et R. Nagler. «Rapid collapse of the Northern Larsen Ice Shelf, Antarctica», Science, vol. 271 (1996).

¹²⁷ Hindmarsh, R. C. A. «Modelling the dynamics of ice sheets», Progress in Physical Geography, vol. 17, No. 4 (1993).

¹²⁸ Fairbanks, R. G. «A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep ocean circulation», Nature, vol. 342, No 6250 (1989).

¹²⁹ Warrick, R. A. et J. Oerlemans. «Sea level rise», dans Houghton, J. T., G. J. Jenkins et J. J. Ephraums, éd., Climate Change - the IPCC scientific assessment. (Cambridge, Cambridge University Press, 1990), pp. 257-281.

¹³⁰ Jacobs et divers collaborateurs, op. cit. (1992), p. 383.

¹³¹ Drewry et Morris, op. cit. (1992).

¹³² Sugden, D. J., op. cit. (1991), p. 113.

¹³³ Stark, P. «Climatic warming in the central Antarctic Peninsula area», *Weather*, vol. 49 (1994).

¹³⁴ King, J. C. «Recent climate variability in the vicinity of the Antarctic Peninsula», *International Journal of Climatology*, vol. 14 (1994).

¹³⁵ Vaughan et Doake, op. cit. (1996), p. 328.

¹³⁶ Rott et divers collaborateurs, op. cit. (1996), p. 788.

¹³⁷ Huybrechts, op. cit. (1992).
