

**International Workshop
on the
Disposal of Ozone-Depleting Substances**

July 10, 2000

Geneva International Conference Centre

Acknowledgements

Environment Canada wishes to acknowledge the support and help provided by many individuals and organizations during the preparation and execution of this workshop. The workshop was sponsored and organized by Environment Canada with the support, cooperation and assistance of Environment Australia, Switzerland's Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, and the United Nations Environment Programme (UNEP)'s OzonAction Programme. In particular, we would like to thank Tamara Curll, Blaise Horisberger, and Geoffrey Tierney from the above agencies respectively.

We would also like to thank the individuals who took the time to prepare and present material (included on this CD) for the workshop:

Mr. Dan Nolan, Cantox Environmental Inc., Canada
Dr. Koichi Mizuno, National Institute for Resources and Environment, Japan
Mr. Garry Cranny, National Halon Bank, Australia
Mr. Robert Hawkes, SRL Plasma Ltd., Australia
Dr. Igor Polovtsev, Scientific Utilization Inc., USA
Mr. Fredric Schwartz, Pure Chem Inc., USA
Dr. Werner Wagner, Valorec AG, Switzerland
Ms. Maria Ujfalusi, Swedish Environmental Protection Agency, Sweden
Ms. Tamara Curll, Environment Australia, Australia
Mr. Alex Cavadias, Environment Canada, Canada
Mr. Abe Finkelstein, (Workshop Chair) Environment Canada, Canada

Special thanks are also due to Mr. K. M. Sarma, former Executive Secretary of the Ozone Secretariat, UNEP, for his participation and inspiring opening remarks.

Finally, we would like to thank Mr. Alain Carriere and all the people at Cantox Environmental Inc. who prepared the document on ODS disposal technologies included on this CD.

The team at Environment Canada:

Alex Cavadias
Philippe Chemouny
Jacynthe Demers
Abe Finkelstein
John Hilborn
Anna-Marie Muisse
Adrian Steenkamer Jr.

Remerciements

Environnement Canada désire remercier les nombreuses personnes et organisations qui l'ont appuyé et aidé au cours de la préparation et de la réalisation de cet atelier. L'atelier était parrainé et organisé par Environnement Canada avec l'appui, la collaboration et l'assistance du ministère de l'Environnement de l'Australie, du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication de la Suisse et des responsables du programme OzonAction instauré dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Nous voudrions remercier tout particulièrement Tamara Curl, Blaise Horisberger et Geoffrey Tierney, qui représentent respectivement les trois organismes mentionnés ci-dessus.

Nous aimerions remercier les personnes qui n'ont pas ménagé leur temps pour préparer et présenter les données (y compris sur ce CD-ROM) nécessaires pour l'atelier :

M. Dan Nolan, Cantox Environmental Inc., Canada
D^r Koichi Mizuno, Institut national des ressources et de l'environnement, Japon
M. Garry Cranny, National Halon Bank, Australie
M. Robert Hawkes, SRL Plasma Ltd, Australie
D^r Igor Polovtsev, Scientific Utilization Inc., États-Unis
M. Fredric Schwartz, Pure Chem Inc., États-Unis
D^r Werner Wagner, Valorec AG, Suisse
M^{me} Maria Ujfalusi, Agence de protection de l'environnement de la Suède, Suède
M^{me} Tamara Curl, ministère de l'Environnement de l'Australie, Australie
M. Alex Cavadias, Environnement Canada, Canada
M. Abe Finkelstein (président de l'atelier), Environnement Canada, Canada

Il convient de remercier tout spécialement M. K. M. Sarma, ancien secrétaire général du Secrétariat de l'ozone, au PNUE, pour sa participation et pour son mot d'ouverture stimulant.

Enfin, nous aimerions remercier M. Alain Carrière et toutes les personnes de Cantox Environmental Inc. qui ont préparé le document sur les technologies d'élimination des SACO que l'on retrouve sur ce CD-ROM.

L'équipe d'Environnement Canada :

Alex Cavadias
Philippe Chemouny
Jacynthe Demers
Abe Finkelstein
John Hilborn
Anna-Marie Muise
Adrian Steenkamer Jr.

Table of Contents

1. Workshop Objectives and Summary
2. Agenda
3. Chairperson's Remarks – Mr. Abe Finkelstein, Environment Canada
4. Background Document
5. "A Review of Disposal Technologies for ODS" – Mr. Dan Nolan, Cantox Environmental Inc. Canada
6. Technology Presentations
 - 6.1. "Destruction Technologies for ODS in Japan"; Dr. Koichi Mizuno, National Institute for Resources and Environment, Japan
 - 6.2. (a) "Australian ODS Disposal Program"; Mr. Garry Cranny, National Halon Bank, Australia
 - 6.2. (b) Argon Plasma; Mr. Robert Hawkes, SRL Plasma Ltd., Australia
 - 6.3. "Alternative Plasma Generating Technologies for Cost Effective CFC and Halon Destruction"; Dr. Igor Polovtsev, Scientific Utilization Inc., United States
 - 6.4. Reactor Cracking; Dr. Siegismut Hug, Hug-Engineering / Solvay SBU Fluorochemicals, Germany
 - 6.5. "Vitrification Process for Converting ODS to Glass"; Mr. Fredric Schwartz, Pure Chem Inc., United States
 - 6.6. "Destruction of ODS Through High Temperature Coincineration"; Mr. Werner Wagner, Valorec AG, Switzerland
7. Country Presentations
 - 7.1. Sweden – Ms. Maria Ujfalusi, Swedish Environmental Protection Agency
 - 7.2. Japan – Dr. Koichi Mizuno, National Institute for Resources and Environment, "Experiences of ODS Disposal in Japan"
 - 7.3. Australia – Ms. Tamara Curll, Environment Australia
 - 7.4. Canada – Mr. Alex Cavadias, Environment Canada
8. Panel Discussion

Appendices

- Appendix A: Manual of Destruction Technologies for Chlorofluorocarbons – Dr. Koichi Mizuno, Japan
- Appendix B: List of Attendees
- Appendix C: "Guidance Document on Disposal Technologies for Ozone-Depleting Substances (ODS) in Canada"
- Appendix D: Contacts for Further Information

TABLE DES MATIÈRES

1. Objet de l'atelier et résumé
2. Ordre du jour
3. Mot du président – M. Abe Finkelstein, Environnement Canada
4. Document d'information
5. « Un examen des technologies d'élimination des SACO » – M. Dan Nolan, Cantox Environmental Inc., Canada
6. Présentations sur les technologies
 - 6.1. « Destruction des SACO au Japon »; D^r Koichi Mizuno, Institut national des ressources et de l'environnement, Japon
 - 6.2. (a) « Programme d'élimination des SACO en Australie »; M. Garry Cranny, National Halon Bank, Australie
 - 6.2. (b) Plasma d'argon; M. Robert Hawkes, SRL Plasma Ltd., Australie
 - 6.3. « Autres technologies génératrices de plasma, pour une destruction économique des CFC et des halons »; D^r Igor Polovtsev, Scientific Utilization Inc., États-Unis
 - 6.4. Craquage avec réacteur; D^r Siegismut Hug, Hug-Engineering / Solvay SBU Fluorochemicals, Allemagne
 - 6.5. « Emploi du procédé de vitrification pour la conversion des SACO en verre »; M. Fredric Schwartz, Pure Chem Inc., États-Unis
 - 6.6. « Destruction des SACO par coïncinération à haute température »; M. Werner Wagner, Valorec AG, Suisse
7. Présentations par pays
 - 7.1. Suède – M^{me} Maria Ujfalusi, Agence de protection de l'environnement de la Suède
 - 7.2. Japon – D^r Koichi Mizuno, Institut national des ressources et de l'environnement, « L'expérience acquise dans l'élimination des SACO au Japon »
 - 7.3. Australie – M^{me} Tamara Curll, ministère de l'Environnement de l'Australie
 - 7.4. Canada – M. Alex Cavadias, Environnement Canada
8. Discussion en groupe

Annexes

- Annexe A : Manuel des technologies de destruction des CFC – D^r Koichi Mizuno, Japon
- Annexe B : Liste des personnes présentes
- Annexe C : « Document d'orientation sur les technologies d'élimination des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SACO) au Canada »
- Annexe D : Pour plus de renseignements

1. Workshop Objectives and Summary

DISPOSAL OF OZONE-DEPLETING SUBSTANCES
JULY 10, 2000
ROOM 3, GENEVA INTERNATIONAL CONFERENCE CENTRE
Rue de Varembé 15, Geneva

**An international workshop sponsored by Canada, Switzerland, Australia and
UNEP's OzonAction Programme**

PURPOSE OF WORKSHOP:

To provide Parties to the Montreal Protocol information on:

- the best technologies that are commercially available to dispose of ODS in an environmentally sound manner,
- the organizational considerations involved in establishing a National ODS disposal program, and
- the experiences of countries that have already undertaken substantial ODS disposal activities.

Background

According to recent decisions taken by the Parties to the Montreal Protocol, non-Article 5 Parties must now prepare management strategies for their stocks of CFCs and halons including options for the recovery, recycling, disposal and elimination of their use. Meanwhile, some Article 5 Parties have indicated that there is a need for policy and technical advice to address the problem of contaminated CFCs that cannot be re-used, including information about the costs and availability of disposal technologies.

Since the Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) released its last ODS Disposal Technology update in 1995, there have been considerable developments both in the technologies and in the actions undertaken by countries to address the issue of disposal. In response to these developments there is a need to update the information as well as the methodologies and strategies that could be initiated by the Parties to dispose of ODS.

Benefits to Participants

This international workshop will bring together experts from around the world to present the latest developments in ODS disposal technologies and provide a forum for discussions on initiatives currently undertaken by a number of the Parties.

For non-Article 5 Parties, who are committed by decisions X/7 and XI/16 to consider options for disposal when developing their halon and CFC management strategies, the workshop will be a unique opportunity to share information and experience about the challenge of implementing successful strategies for disposal.

For Article 5 Parties, who are either considering the feasibility of disposing of ODS or need information on options, disposal or otherwise, for unusable CFCs and halons, the workshop will provide an excellent forum for discussions between the Parties of the issues of common concern.

Although the workshop will not be able to deal with all of the complex issues which Parties to the Montreal Protocol may be facing with respect to the disposal of ODS, it will be a first step in identifying what the issues are and evaluating the feasibility of options to address them.

ÉLIMINATION DES SUBSTANCES QUI APPAUVRISSENT LA COUCHE D'OZONE
10 JUILLET 2000
SALLE 3, CENTRE INTERNATIONAL DE CONFÉRENCES DE GENÈVE
15, rue de Varembe
Genève

**Atelier international parrainé par le Canada, la Suisse, l'Australie et
Le Programme OzonAction du PNUE**

OBJET DE L'ATELIER :

Renseigner les Parties au Protocole de Montréal sur les sujets suivants :

- les meilleures technologies offertes sur le marché pour éliminer les substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SACO) d'une manière écologiquement rationnelle;
- les facteurs organisationnels à examiner dans l'établissement d'un programme national d'élimination des SACO;
- l'expérience des pays qui sont déjà engagés dans des activités importantes d'élimination des SACO.

Contexte

Selon certaines décisions récentes prises par les Parties au Protocole de Montréal, les Parties non visées par l'article 5 doivent maintenant élaborer des stratégies de gestion pour leurs stocks de CFC et de halons, y compris des options visant à les récupérer, à les recycler, à les éliminer et à mettre un terme à leur utilisation. Entre-temps, certaines Parties visées par l'article 5 ont indiqué qu'il était nécessaire d'obtenir des conseils stratégiques et techniques en vue d'aborder le problème des CFC contaminés qui ne peuvent être réutilisés, ainsi que des renseignements sur les coûts et la disponibilité des technologies d'élimination.

Depuis que le Groupe de l'évaluation technique et économique (GETE) a publié sa dernière mise à jour sur la technologie d'élimination des SACO (ODS Disposal Technology Update), en 1995, on a fait des progrès considérables tant en ce qui concerne les technologies qu'en ce qui à trait aux mesures prises par les pays pour tenter de résoudre le problème de l'élimination. Devant ces progrès, il faut mettre à jour les renseignements tout autant que les méthodologies et les stratégies qui pourraient être adoptées par les Parties pour éliminer les SACO.

Avantages pour les participants

Cet atelier international permettra de réunir des experts venant de tous les coins du monde pour présenter les plus récents progrès accomplis dans le domaine des technologies d'élimination des SACO; il servira aussi de tribune de discussion des initiatives actuellement prises par un certain nombre de Parties.

Pour les Parties non visées par l'article 5, qui sont tenues, en vertu des décisions X/7 et XI/16, de considérer les moyens d'élimination possibles lorsqu'elles élaborent leurs stratégies de gestion des halons et des CFC, l'atelier sera pour elles une occasion toute spéciale d'échanger les renseignements et l'expérience qu'elles possèdent sur la difficulté que représente la mise en œuvre de stratégies d'élimination efficaces.

Pour les Parties visées par l'article 5, qui sont soit en train d'étudier la faisabilité de l'élimination des SACO ou qui ont besoin d'information sur les diverses manières de traiter les CFC et les halons non utilisables, soit par l'élimination ou par d'autres moyens, l'atelier fournira une excellente tribune de discussion entre les Parties sur les sujets de préoccupation communs.

Bien qu'il soit impossible, lors de cet atelier, de discuter de tous les problèmes complexes auxquels les Parties au Protocole de Montréal devront faire face en matière d'élimination des SACO, on pourra cependant faire le premier pas dans la détermination des problèmes et dans l'évaluation de la valeur pratique des méthodes qui peuvent être utilisées pour tenter de les résoudre.

INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE DISPOSAL OF OZONE-DEPLETING SUBSTANCES (ODS)

GENEVA, JULY 10, 2000

SUMMARY

The purpose of this summary is to provide an overview of the issues and topics discussed at the workshop and present some general conclusions. More detailed summaries of the workshop's presentations and panel discussion can be found in subsequent sections of this report.

The objective of the workshop was to provide information and stimulate discussion on the following specific issues:

1. the availability of ODS disposal technologies;
2. the challenges and obstacles encountered in the development of ODS management strategies in different countries;
3. the environmental impacts and cost implications of the available ODS disposal technologies;
4. the most appropriate approach for the development of ODS disposal programs in Article 5 and non-Article 5 countries;
5. the identification of international mechanisms that could help Parties to the Montreal Protocol in the development of ODS management programs.

The workshop was divided into three principal sections, each addressing one or more of the issues listed above. Below is a summary of the discussion that took place under each section.

Overview of ODS Disposal Technologies and Presentations on Specific Technologies

This section addressed principally points 1 and 3 mentioned above. Participants were first provided with an overview of the technologies currently available to dispose of ODS, based on a study conducted for Environment Canada by Cantox Environmental Inc. (attached as Appendix C). According to this study, 16 technologies were now commercially available to destroy ODS within acceptable environmental and health parameters. Since the 1995 report of the Montreal Protocol's Technology and Economic Assessment Panel (TEAP), several non-incineration technologies had come to the fore and could be considered practical candidates for disposing of ODS. While the study offered a preliminary ranking of disposal technologies, based on selected environmental and economic criteria, it was pointed out that the selection of technology will ultimately depend on stakeholder preferences, regulations, costs and convenience.

Presentations and brief discussions were held on the following ODS disposal technologies: incineration, cement kiln and radio-frequency plasma, all used or under experimentation in Japan, DC plasma (also referred to as argon plasma), used in Australia, AC plasma and vitrification technologies, used in the United States of America, reactor cracking or secondary recycling, used in Germany, and co-incineration, used in Switzerland. Most of these technologies are described, either in the workshop Background Document in section 5 of this report, and/or in the summaries of the technology presentations under section 6.

The workshop did not attempt to determine which of these various technologies was the best candidate to dispose of ODS. However, based on Cantox Environmental Inc.'s research, as well as information provided at the workshop, it can be concluded that most of the technologies presented are among the top technologies available to dispose of ODS in a relatively cost-effective and environmentally safe manner. While some technologies offer advantages in terms of costs and availability, others are slightly superior from a destruction efficiency or environmental effects point of view.

Country Experiences with the Development and Implementation of ODS Disposal Programs

Four countries, which had either developed or were developing comprehensive programs for the disposal of ODS, gave presentations and answered questions about their experiences to date. This section was successful in addressing point 2 above, regarding the challenges and obstacles related to ODS disposal strategies, particularly because the four countries, Sweden, Japan, Australia and Canada, had all followed different approaches, each yielding its own lessons and recommendations. For instance, while some countries tended to emphasize a regulatory approach, others were more focused on promotion, voluntary schemes and providing incentives to industry. All four countries seemed to agree that in order to ensure the success of a disposal program, the following factors were particularly important:

- substantial involvement and participation of industry stakeholders in the development and implementation of disposal schemes;
- ensuring that decisions are made in such a way that stakeholders have sufficient time to adapt to the requirements of the disposal program;
- providing timely information to all stakeholders and the community and ensuring a continuous flow of communication and information regarding the implementation of the disposal program.

Each of the country presentations is summarized in section 7 of this report.

Panel Discussion

The panel discussion addressed the policy-oriented issues under points 3 and 5 of the objectives, such as the selection of approaches for disposing of ODS in both Article 5 and non-Article 5 countries and the identification of an international mechanism to help Parties in the development of ODS management programs. The discussion also focused on more fundamental questions such as the need for and justification for disposing of ODS in the first place.

Both Article 5 and non-Article 5 countries participated in the panel discussion. As evidenced in the summary of the discussion in section 8, there was a significant range of views expressed by both panelists and participants on the policy issues discussed and it was not, therefore, possible to draw overall conclusions or recommendations. However, it was obvious that there was substantial interest from many countries in these issues. This interest carried over to the meeting of the Open-ended Working Group to the Parties to the Montreal Protocol, immediately following the workshop. Countries capitalized on the information provided and discussion stimulated by the workshop, proposing a decision on the disposal of controlled substances which was subsequently adopted as decision XII/8 by the 12th Meeting of the Parties in Ouagadougou, Burkina Faso (11-14 December 2000). Decision XII/8 requests the TEAP to:

1. establish a task force on destruction technologies that shall:
 - (a) report to the Parties on the status of destruction technologies of ODS, including an assessment of their environmental and economic performance, as well as their commercial viability;
 - (b) when presenting its first report, include a recommendation on when additional reports would be appropriate;
 - (c) review existing criteria for the approval of destruction facilities, as provided for in section 2.4 of the Handbook for the International Treaties for the Protection of the Ozone Layer;
2. to evaluate the technical and economic feasibility for the long-term management of contaminated and surplus ODS in Article 5 and non-Article 5 countries, including options such as long-term storage, transport, collection, reclamation and disposal of such ozone-depleting substances;
3. to consider possible linkages to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal and other international treaties as appropriate regarding the issue of disposal;
4. to report to the Parties on these issues at their 14th Meeting in 2002.

2. Agenda

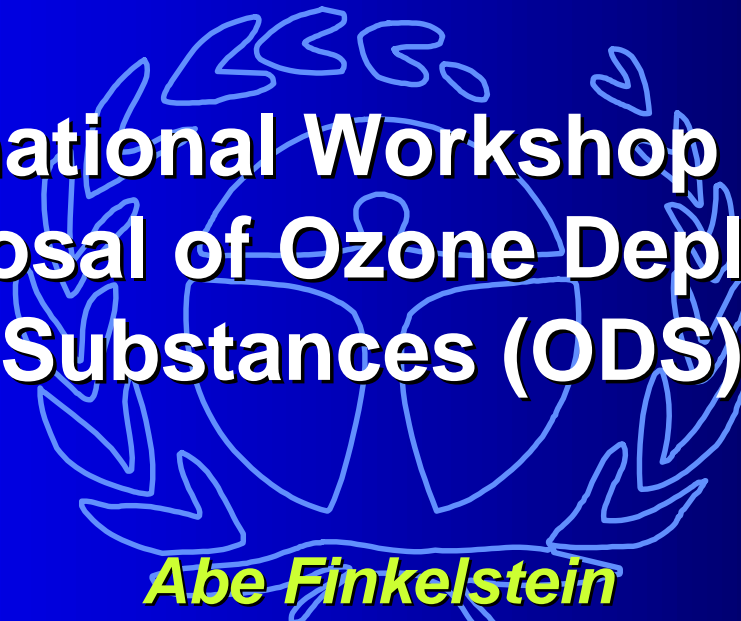
AGENDA

International Workshop on the Disposal of Ozone-Depleting Substances (ODS) July 10, Room 3, Geneva International Conference Centre

9:00 am - 9:30 am	Introduction K.M. Sarma, Ozone Secretariat, UNEP Abe Finkelstein, Environment Canada
9:30 am - 10:00 am	A review of disposal technologies for ODS Dan Nolan, Cantox Environmental, Canada
10:00 am - 10:50 am	Technology presentations
10:00 am-10:20 am	Dr. Koichi Mizuno, National Institute for Resources and Environment, Japan: Destruction Technologies for ODS in Japan
10:20 am-10:50 am	Mr. Garry Cranny, National Halon Bank, Australia: Australian ODS Disposal Program; and Mr. Robert Hawkes, SRL Plasma Ltd., Australia: Argon Plasma
10:50 am - 11:10 am	Coffee Break (provided)
11:10 am - 12:30 pm	Technology presentations (continued)
11:10 am-11:30 am	Mr. Keith Bucher, Scientific Utilization Inc., USA: AC Plasma
11:30 am-11:50 am	Dr. Siegmund Hug, Solvay, SBU Fluorochemicals, Germany: Reactor cracking
11:50 am-12:10 pm	Mr. Fredric Schwartz, Pure Chem Inc., USA: Vitrification
12:10 pm-12:30 pm	Mr. Werner Wagner, Valorec AG, Switzerland: Incineration
12:30 pm - 1:30 pm	Lunch (provided)
1:30 pm - 2:00 pm	Technology presentations: Questions and answers period
2:00 pm - 3:45 pm	Country experiences
2:00 pm-2:20 pm	Maria Ujfalusi, Swedish Environmental Protection Agency
2:20 pm-2:40 pm	Dr. Koichi Mizuno, National Institute for Resources and Environment, Japan
2:40 pm-3:00 pm	Tamara Curll, Environment Australia
3:00 pm-3:20 pm	Alex Cavadias, Environment Canada
3:20 pm-3:45 pm	Questions and answers period
3:45 pm - 4:00 pm	Coffee Break (provided)
4:00 pm - 5:15 pm	Panel discussion on issues and considerations of disposal in Article 5 and non-Article 5 countries
5:15 pm - 5:45 pm	Conclusions and next steps

3. Chairperson's Remarks

United Nations Environment Programme

The United Nations logo, featuring a world map surrounded by a laurel wreath, is faintly visible in the background.

**International Workshop on the
Disposal of Ozone Depleting
Substances (ODS)**

Abe Finkelstein
Environment Canada

July 10, 2000

Geneva International Conference Centre

Acknowledgments

- ➡ UNEP OzonAction Programme
- ➡ Co-sponsors Australia, Canada & Switzerland
- ➡ Industry Representatives
- ➡ Country Representatives
- ➡ Consultant: Cantox Environmental Inc.

Objectives

- ✓ Update Parties on the latest developments and technologies to dispose ODS since 1995
- ✓ Respond to the decision by the Parties to the Montreal Protocol:
 - **non-Article 5 Parties must prepare management strategies for CFCs & halons recovery, disposal and use elimination.**
- ✓ Provide policy and technical advice to Article 5 Parties on ODS materials that cannot be re-used

Approach

- **Update on ODS disposal technologies**
- **Present the latest developments in ODS disposal technologies**
- **Listen to the experiences of countries engaged in the disposal of ODS**
- **Discuss organizational challenges involved in establishing national ODS disposal programs**
- **Identify mechanisms to help the Parties develop ODS management programs**

UNEP *ad hoc* Technical Advisory Committee

1990 MEMBER COUNTRIES

- AUSTRALIA
 - CANADA
 - CHINA
 - GERMANY
 - JAPAN
 - RUSSIA
 - SINGAPORE
 - SWEDEN
 - UNITED STATES OF AMERICA
 - UNITED KINGDOM
- 

Ad-hoc TAC Mandate

" To review ODS destruction technologies and to develop criteria to assess their appropriate DE limits; acceptable environmental impacts; approvals requirements; necessary monitoring procedures; and present the findings with recommendations of the most appropriate destruction technologies to the fourth meeting of the parties to the Montréal Protocol".

1992

Potential ODS Sources for Disposal

- Contaminated stockpiles
 - Oils
 - Metals, acids
 - Cross-contaminated CFC's
 - Halons
 - Confiscated/impounded materials
 - Displaced ODS
 - Drop-in
 - Policies
 - Market forces
 - Decommissioned equipment
- 

Copenhagen Decisions

(Nov. 1992)

- **APPROVED:**
 - Destruction technologies
 - Minimum environmental standards
 - Code of good housekeeping
 - Reporting requirements

Canada

- Required a strategy for disposal of CFCs and halons stockpiles
- Recognized information on ODS disposal technologies needed updating
- Needed to bring experts together and share information on latest developments
- Recognized opportunity to discuss experiences with Parties considering disposal

Definition of Disposal*

Disposal means the destruction, transformation or otherwise render Ozone Depleting Substances (ODS) harmless to the atmosphere.

Disposal does not mean recycling or reclamation of ODS which ultimately results in its release to the atmosphere

* Canada

Workshop Approach

- Four Components
 - review of disposal technologies
 - technology presentations
 - country experience presentations
 - panel discussions
 - Approach
 - brief presentations
 - discussions
 - summary
- 

Panel Questions

- **Should non-Article 5 Parties to the Montreal Protocol destroy their existing stocks of CFCs and halons?**
- **What are the challenges/obstacles/barriers to developing ODS disposal programs in non-Article 5 countries? In Article 5 countries?**
- **What are the challenges/obstacles/barriers that have been encountered in non-Article 5 countries in commercialization destruction of CFCs and halons? In Article 5 countries?**
- **What are the options available for dealing with the problem of contaminated CFCs in Article 5 countries?**
- **Should there be an international mechanism to help countries dispose of ODS?**
- **What type of mechanism is required to distribute information on disposal technologies ? What are the needs and who will fill them?**
- **Given the importance of CC and related emissions of GHG from incineration, should preference be given to disposal programs that use non-incineration technologies?**

WORKSHOP OUTPUTS

Proceedings

- Decisions
- Recommendations
- Materials presented
- List of participants

Executive Summary

- To be presented to Open Ended Working Group

4. Background Document

**INTERNATIONAL WORKSHOP
ON THE DISPOSAL OF
OZONE-DEPLETING SUBSTANCES (ODS)**

Background Document

GENEVA INTERNATIONAL CONFERENCE CENTRE

JULY 10, 2000

Prepared by Canada

ODS DISPOSAL WORKSHOP : BACKGROUND DOCUMENT

Executive Summary

Recent decisions X/7 (halons) and XI/16 (CFCs) adopted by the Parties to the Montreal Protocol have called for the development of management plans for halons and CFCs in non-Article 5 countries. Development of management plans for the disposal of surplus stocks of these Ozone-Depleting Substances (ODS) relies on the availability of up-to-date policy and technical information regarding ODS disposal technologies. This same information may be used by Article 5 countries wishing to develop strategies for managing contaminated CFCs.

An International Workshop on the disposal of ODS will be held in Geneva, Switzerland on July 10, 2000. The workshop is being sponsored by Canada, Switzerland, Australia and UNEP's OzonAction Programme. The workshop will aim to provide participants with the necessary up-to-date information on available ODS disposal technologies and will also seek to generate constructive discussion related to the development of management plans for ODS. It is anticipated that the workshop will address the following specific issues:

- the availability of ODS disposal technologies;
- the challenges and obstacles encountered in the development of ODS management strategies in different countries;
- the environmental impacts and cost implications of the available ODS disposal technologies;
- the most appropriate approach for the development of ODS disposal programs in Article 5 and non-Article 5 countries; and,
- the identification of international mechanisms that could help Parties to the Montreal Protocol in the development of ODS management programs.

Presentations covering the following topics will be given and will form the basis of workshop discussions:

- best technologies that are commercially available to dispose of ODS in an environmentally sound manner;
- organizational considerations involved in establishing a national ODS disposal program; and,
- experiences of countries that have already undertaken substantial ODS disposal activities.

The International Situation

As a result of initiatives pursuant to the Montreal Protocol, the production and import of CFCs, halons, carbon tetrachloride and methyl chloroform have been discontinued to a large extent in most developed countries (defined as non-Article 5 Parties under the Montreal Protocol). Article 5 of the Montreal Protocol allows developing countries to delay the implementation of such measures for 10 years. Currently, Article 5 countries have now entered the compliance period

under the Montreal Protocol, with a freeze on CFC consumption and production effective as of July 1, 1999, and other control measures to follow (50% reduction in 2005; 100% phase-out in 2009).

The ban on ODS production and import in non-Article 5 Parties has led to the gradual phase-out of actual uses of ODS, in some cases supported by regulatory action. While some non-Article 5 Parties have adopted or are currently adopting pro-active policies to limit ODS use and to ensure the disposal of surplus stocks, others are pursuing more flexible strategies focused on recovery and recycling. In spite of different approaches, most non-Article 5 countries are considering the issue of ODS disposal to deal with either actual or potential surplus stocks of these substances. This surplus could consist of virgin material, ODS in use in equipment, ODS stockpiled after removal from such equipment, as well as recycled or reclaimed materials.

In light of the above discussion, it is reasonable to expect that the global surplus of quantities of ODS will grow in non-Article 5 countries as a result of continuing management initiatives related to the Montreal Protocol. Article 5 Parties, on the other hand, are not expected to have as large quantities of surplus CFCs and halons, since under the Montreal Protocol these countries can continue to produce and import CFCs and halons until 2010. Unless Article 5 Parties decide to control the use of these substances, the amount of ODS requiring disposal in those countries will likely be very limited. Many Article 5 Parties have indicated that they require information on ODS disposal technologies and methodologies to help them assess policy options for used/contaminated ODS. This issue has been brought up at all of UNEP's regional network meetings of ODS Officers over the past year. Recovery of CFCs is now practiced in a number of Article 5 countries, and inevitably leads to the recovery of refrigerant mixtures that cannot directly be recycled and re-used. Disposal or reclamation of CFCs, which involves cleaning to purity levels sufficient for re-use, are the only options for such contaminated material.

ODS Disposal Technologies: The Current State of Knowledge

In 1990, the *ad hoc* Technical Advisory Committee (TAC) was established under the auspices of the United Nations Environmental Programme, and performed the first comprehensive review of ODS disposal technologies. The 1992 TAC Report recommended six destruction technologies, all of which fell within the category of thermal oxidation, and also recommended that an Advisory Panel be established to re-assess these ODS destruction technologies, and to assess emerging technologies periodically.

In 1993 the Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) was formed to update the 1992 TAC Report. The 1995 TEAP report indicated that a number of disposal technologies were commercially available at that time, including several emerging non-incineration destruction and chemical transformation technologies. It also indicated that existing ODS destruction facilities in developed countries were sufficient to dispose of ODS wastes until the year 2000. Existing and emerging technologies were said to be able to handle ODS surplus after 2000, although destruction of ODS would likely depend not only on availability of technologies but also on available capacity, as well as the effectiveness of economic and regulatory incentives.

While the need for information on disposal programs and disposal technologies varies considerably from country to country, and especially between Article 5 countries and non-Article 5 countries, there is no doubt that such a need is now more significant than was the case five years ago, when the Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) undertook its last review of disposal technologies. In addition, considerable development has taken place in the past five years concerning the development of ODS disposal technologies as well as the implementation of management strategies in certain countries.

One of the issues that has emerged with respect to the choice of disposal technologies for ODS has been the consideration of other environmental impacts such as the emission of greenhouse gases. This is particularly true in the case of incineration technologies, which a number of environmental groups and concerned individuals oppose. It has therefore become important to investigate the current status of non-incineration technologies, and the potential for further development of newer incineration technologies as alternatives for ODS disposal.

In terms of actual experience with ODS disposal programs to date, the technologies used around the world for ODS disposal have been largely incineration technologies. This is particularly true of Europe, the U.S. and Japan. A notable exception is Australia, where an argon plasma (*i.e.*, non-incineration) technology has been used to destroy about 1000 tonnes of Halon 1011, and about 100 tonnes of CFCs, since 1996.

Canada has recently developed a strategy to accelerate the phase-out of the use of CFCs and halons, consisting of proposed bans on the refilling of equipment with CFCs and/or halons. Since the strategy is expected to lead to substantial surplus stocks of CFCs and halons, a Guidance Document on ODS disposal technologies was prepared to assist stakeholders with the selection of appropriate disposal technologies. This Guidance Document identifies a number of new technologies and provides technical up-dates for technologies already identified in the previous UNEP studies. It also provides an assessment of the disposal technologies on the basis of environmental impacts, commercial availability, and cost. Thus, Canada's Guidance Document provides important new information that may be useful to all countries in developing their own management strategies for ODS disposal. A brief summary of some of the most promising ODS technologies identified in the review process, as well as a brief overview of issues associated with incineration technologies, is presented in the Appendix.

Discussion Questions

The following questions have been prepared to help generate and focus discussion on the general issues relevant to the management of existing stocks of CFCs and halons. It is proposed that these questions be discussed specifically in the panel discussions that are scheduled during the afternoon of the Workshop.

1. Should non-Article 5 parties to the Montreal Protocol destroy their existing stocks of CFCs and halons?
2. What are the challenges/obstacles/barriers to developing ODS disposal programs in non-Article 5 countries? In Article 5 countries?
3. What challenges/obstacles/barriers have been encountered in non-Article 5 countries in the destruction of CFCs and halons? In Article 5 countries?
4. What challenges/obstacles/barriers have been encountered in non-Article 5 countries in the commercialization of destruction technologies? In Article 5 countries?
5. Should there be an international mechanism to help countries dispose of ODS?
6. What are the options available for dealing with the problem of contaminated CFCs in Article 5 countries?
7. What type of international mechanism is required to disseminate information on disposal technologies (in addition to the Meetings of the Parties)? What are the information needs and who could best address them?
8. Given the importance of climate change concerns for the emission of greenhouse gases from incineration, should preference be given to disposal programs that use non-incineration technologies?

Appendix

Description of Candidate ODS Disposal Technologies

In the Guidance Document recently developed by Canada, five technologies were ranked highest among commercially available technologies evaluated on the basis of technical/environmental impact criteria, of which four were non-incineration technologies. Brief descriptions of these five technologies are given below (costs given in 1999 \$CAN).

A ranking was also done on the basis of commercial availability and costs. Of the five that scored highest, four were incineration technologies. A brief description of the issues involved with incineration technologies is also provided below.

1. Argon Plasma

During the past decade plasma technology has evolved as one of the more promising innovative technologies for the thermal destruction of hazardous wastes. PLASCON, an argon plasma arc process, was developed in Australia by SRL Plasma Ltd. in conjunction with the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). It was provided to the Department of Administrative Services Centre for Environmental Management (DASCEM) for the destruction of Australia's surplus halons and CFCs in 1993. The plant was commissioned in 1996 and since then about 1000 tonnes of Halon 1011 and about 100 tonnes of CFCs have been destroyed. Key advantages of this process are the very high destruction efficiencies (99.9999%) and negligible dioxins/furans emissions demonstrated on a commercially operating system. Costs are reported to be of the order of \$2.75/kg. Since plasma technologies convert electrical energy directly to thermal energy at high temperatures, enabling thermal destruction using a reducing gas (i.e., avoiding oxygen combustion processes), they are not (usually) considered incineration technologies.

2. Gas Phase Chemical Reduction

Eli Eco Logic International Inc. (ECO LOGIC) of Rockwood, Ontario developed and commercialized the ECO LOGIC Gas-Phase Chemical Reduction process. The proprietary process is a non-incineration technology suitable for destroying organic wastes in a variety of solid, liquid, and gaseous matrices. PCB and DDT wastes have been destroyed on a commercial scale; laboratory and field trials have been conducted on many other hazardous wastes including chemical warfare agents. The process reactions take place at 850°C, and organic compounds are ultimately reduced to methane, hydrochloric acid, and (reportedly) minor amounts of low molecular weight hydrocarbons. Some formation of dioxins and furans is possible, and levels of 40-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ have been reported.

Both fixed and transportable systems are available. Very high destruction efficiencies have reportedly been achieved (99.9999% for DDT, 99.9999% for PCBs). The major drawback is the lack of experience in destroying ODS. Accurate cost information for ODS destruction is

therefore not available, although the process would be expected to be fairly expensive (as an approximate estimate, \$6.00/kg ODS destroyed was assumed).

3. Catalytic Dehalogenation

Hitachi Corp. of Tokyo, Japan has developed a non-incineration process in which CFCs are destroyed over a proprietary metal oxide catalyst at 400°C at atmospheric pressure. The HCl and HF produced are absorbed in a lime solution. Destruction efficiencies greater than 99.99% were achieved for CFC-12, and further laboratory tests are underway. This process has been commercialized for PCB destruction and has been applied to numerous other chlorinated compounds, but has not yet been applied to the destruction of ODS on a commercial scale. A destruction efficiency of 99.9998% has been reported for PCBs. It is claimed that no dioxins or furans are produced in the process. Operating costs of about \$2.85-4.30/kg CFC were reported. Capital costs were estimated at about \$1.43 million for a 10 kg/hr system.

4. Vitrification

This non-incineration process is offered in the U.S. by Pure Chem, Inc., a specialty refrigerant processor with experience in the conversion of halogenated compounds into a glass matrix. The process has not been applied to CFCs, but it has been applied to carbon tetrachloride with a 99.9999% destruction efficiency. The process has also been used by the U.S. Department of Energy to fix radioactive materials and heavy metals. This process fixes the products of ODS dissociation and hydrolysis into a chemically durable glass frit that is capable of being processed into glass product. The first stage involves destruction of organics at high temperature, typically with a plasma arc (see above). Once the halogens are separated from the carbon and hydrolyzed in the off-gas treatment system, the glass manufacturing process begins. The gas cleaning system must include a rapid cooling cycle in order to prevent significant formation of dioxins and furans. Operating costs of about \$ 3.80/kg are reported. Capital costs, depending on the size of the facility, are estimated to range from \$1.5 to \$3.5 million. One advantage of the process is that the destruction byproducts are incorporated into a commercially useful material, avoiding the costs of dealing with the disposal of waste byproducts.

5. Reactor Cracking

Reactor cracking is a proprietary process developed by Hoechst AG. Solvay acquired Hoechst's fluorocarbon business in 1996, and now operates a Frankfurt facility. Although an incineration process, production of waste byproducts is minimal: the use of an oxygen-hydrogen flame limits formation of NO_x, very high operating temperatures and rapid cooling limit the formation of dioxins/furans, and significant quantities of hydrofluoric and hydrochloric acid byproducts are recovered. The resulting waste gas reportedly consists only of CO₂, O₂ and water vapour. Cracking efficiency exceeds 99.999%. The process has been used to treat waste gases from CFC production, and more recently, waste CFCs. The process is limited to gaseous feeds although commercial destruction could involve the inclusion of a vaporization step in the

facility. Operating costs are approximately \$3.75/kg. It is estimated that a 1600 tonne/year CFC cracking unit would cost about \$3 million excluding the license fee and engineering fees.

Overview of incineration technologies:

The only commercially available technologies recommended in both the 1992 UNEP TAC report and the 1995 TEAP report on the destruction of ODS were thermal oxidation (incineration) processes. With the exception of Australia's halon and CFC destruction program, the majority of ODS destroyed globally to date has been destroyed using incineration technologies. There are a number of characteristics common to all incineration processes.

Thermal oxidation processes generally operate at temperatures of 900°C or higher. Destruction efficiencies of 99.99% are readily achieved in well-designed units that are operated properly. High performance incinerators designed specifically to destroy stable organic compounds (*e.g.*, PCBs, CFCs and halons) operate at significantly higher temperatures (1200°C or higher), and can achieve 99.9999% destruction or higher. The primary products from the incineration of ODS include carbon dioxide (which raises climate change issues). Products of incomplete combustion are emitted in only small amounts from well-designed incineration facilities that provide high temperatures, adequate residence times (1 to 2 seconds), excess oxygen and good mixing. Acid gas byproducts must be removed by inclusion of a gas scrubbing system.

A serious problem associated with incineration is the potential production of toxic polychlorinated dibenzo-*paradioxins* (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) in trace quantities. PCDD/PCDF formation can be minimized (*i.e.*, to levels less than 0.1 ng/m³) in well-designed incinerators by the inclusion of a quench cooling operation to rapidly cool the heated gas to a temperature well below the dioxin/furan formation temperature range.

Operating costs for the incineration of ODS are estimated to be in the medium-to-high range compared with most technologies, however, the cost trend over the past ten years has been downwards. Precise cost estimates vary considerably depending upon the type of ODS, quantities to be destroyed, and market conditions. A cost of about \$3.50 per kilogram of ODS destroyed may be used as an approximate estimate for incineration technologies.

**ATELIER INTERNATIONAL
SUR L'ÉLIMINATION DES
SUBSTANCES QUI APPAUVRISSENT LA
COUCHE D'OZONE (SACO)**

Document d'information

CENTRE INTERNATIONAL DE CONFÉRENCES DE GENÈVE

10 JUILLET 2000

Préparé par le Canada

ATELIER SUR L'ÉLIMINATION DES SACO : DOCUMENT D'INFORMATION

Résumé

En raison des décisions X/7 (halons) et XI/16 (CFC) adoptées récemment par les Parties au Protocole de Montréal, les pays non visés par l'article 5 sont invités à élaborer des plans de gestion des halons et des CFC. L'élaboration de plans de gestion en vue de l'élimination des stocks excédentaires de ces substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SACO) repose sur la disponibilité des renseignements stratégiques et techniques les plus récents sur les technologies d'élimination des SACO. Ces mêmes renseignements peuvent être utilisés par les pays visés par l'article 5 qui désirent élaborer des stratégies de gestion des CFC contaminés.

Il y aura un Atelier international sur l'élimination des SACO à Genève, en Suisse, le 10 juillet 2000. L'atelier est parrainé par le Canada, la Suisse, l'Australie et le Programme OzonAction du PNUE. L'atelier vise à donner aux participants les renseignements les plus récents dont ils ont besoin sur les technologies actuelles d'élimination des SACO et à susciter des discussions constructives ayant trait à l'élaboration de plans de gestion des SACO. Il est prévu que l'atelier portera sur les thèmes suivants :

- la disponibilité des technologies d'élimination des SACO;
- les difficultés et les obstacles qui se dressent sur la voie de l'élaboration des stratégies de gestion des SACO dans divers pays;
- les répercussions environnementales et financières des technologies d'élimination des SACO actuellement disponibles;
- la méthode la plus appropriée à employer pour mettre au point des programmes d'élimination des SACO dans les pays visés par l'article 5 et dans ceux qui ne le sont pas;
- la désignation de mécanismes internationaux qui pourraient aider les Parties au Protocole de Montréal à mettre au point des programmes de gestion des SACO.

Il y aura, sur les sujets suivants, des présentations qui serviront de base aux discussions de l'atelier :

- les meilleures technologies offertes sur le marché pour éliminer les SACO d'une manière écologiquement rationnelle;
- les facteurs organisationnels à examiner dans l'établissement d'un programme national d'élimination des SACO;
- l'expérience des pays qui sont déjà engagés dans des activités importantes d'élimination des SACO.

La situation internationale

Par suite des initiatives prises en vertu du Protocole de Montréal, la production et l'importation de CFC, de halons, de tétrachlorure de carbone et de méthylchloroforme ont été en grande partie abandonnées dans la plupart des pays développés (définis comme étant les Parties non visées par l'article 5 en vertu du Protocole de Montréal). L'article 5 du Protocole de Montréal permet aux pays en développement de retarder de 10 ans la mise en œuvre de telles mesures. À l'heure actuelle, les pays visés par l'article 5 sont maintenant entrés dans la période d'engagement en vertu du Protocole de Montréal : le gel de la consommation et de la production de CFC est en vigueur à compter du 1^{er} juillet 1999 et les autres mesures de contrôle seront applicables par la suite de réduction de 50 % en 2005; abandon de 100 % en 2009).

L'interdiction de la production et de l'importation de SACO chez les Parties non visées par l'article 5 a entraîné l'abandon graduel de l'utilisation effective de SACO, dans certains cas en réponse à une mesure de réglementation. Alors que certaines Parties non visées par l'article 5 ont adopté ou sont actuellement en train d'adopter des politiques proactives pour limiter l'utilisation de SACO et pour garantir l'élimination des stocks excédentaires, d'autres appliquent des stratégies plus souples axées sur la récupération et le recyclage. Malgré la diversité des méthodes employées, la plupart des pays non visés par l'article 5 considèrent la possibilité d'éliminer les SACO, soit pour les stocks actuels ou pour les surplus éventuels de ces substances. Ces surplus pourraient être composés de matière vierge, de SACO en usage dans du matériel, de SACO accumulées après le retrait des substances présentes dans ce matériel ainsi que de matières recyclées ou récupérées.

Compte tenu de l'exposé qui précède, il est raisonnable de s'attendre à ce que les surplus mondiaux des quantités de SACO s'accroissent dans les pays non visés par l'article 5 à la suite de la poursuite des activités de gestion reliées au Protocole de Montréal. Les Parties visées par l'article 5, par contre, ne devraient pas avoir des quantités aussi importantes de surplus de CFC et de halons puisque, en vertu du Protocole de Montréal, ces pays peuvent continuer à produire et à importer des CFC et des halons jusqu'en 2010. À moins que les Parties visées par l'article 5 ne décident de contrôler l'utilisation de ces substances, la quantité de SACO à éliminer dans ces pays sera probablement très limitée. Un grand nombre de Parties visées par l'article 5 ont indiqué qu'elles avaient besoin de renseignements sur les technologies et les méthodes d'élimination des SACO, ce qui les aiderait à évaluer les options stratégiques eu égard aux SACO utilisées et contaminées. Cette question a été soulevée lors de toutes les rencontres de réseau régionales des responsables du PNUE pour les SACO qui se sont tenues au cours de l'année qui vient de s'écouler. La récupération des CFC se pratique maintenant dans un certain nombre de pays visés par l'article 5, ce qui conduit inévitablement à la récupération de mélanges de frigorigènes qui ne peuvent être directement recyclés et réutilisés. L'élimination ou la récupération des CFC, qui suppose un assainissement suffisant pour atteindre des niveaux de pureté permettant la réutilisation d'un produit, est la seule option possible pour des matières aussi contaminées.

Technologies d'élimination des SACO : l'état actuel des connaissances

En 1990, on a établi sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement un comité consultatif technique (CCT) spécial qui a effectué le premier examen exhaustif des technologies d'élimination des SACO. Dans son rapport de 1992, le CCT recommandait six technologies de destruction qui se classaient toutes dans la catégorie de l'oxydation thermique; il recommandait également que soit établi un groupe consultatif chargé de réévaluer ces technologies de destruction des SACO et d'évaluer périodiquement les nouvelles technologies.

En 1993, on a formé le Groupe d'évaluation technique et économique (GETE) chargé de mettre à jour le rapport du CCT pour l'année 1992. Le rapport de 1995 du GETE, quant à lui, indiquait qu'il y avait sur le marché, à cette époque, un certain nombre de technologies d'élimination disponibles, y compris plusieurs nouvelles technologies de destruction sans incinération et de transformation chimique. Il indiquait également que les installations existantes de destruction des SACO dans les pays développés étaient suffisantes pour permettre l'élimination des déchets contenant des SACO jusqu'en l'an 2000. On affirmait que les technologies existantes et émergentes pouvaient traiter les surplus de SACO après l'an 2000, même si la destruction des SACO dépendrait probablement non seulement des technologies disponibles, mais aussi de la capacité sur laquelle on pourrait compter et, en outre, de l'efficacité des stimulants économiques et des mesures de réglementation incitatives.

Bien que le besoin d'information sur les programmes et les technologies d'élimination varie considérablement d'un pays à l'autre, et spécialement parmi les pays visés par l'article 5 et ceux qui ne le sont pas, il est évident que ce besoin est encore plus important qu'il y a cinq ans, quand le Groupe d'évaluation technique et économique (GETE) a entrepris son dernier examen des technologies d'élimination. En outre, il y a eu des progrès considérables, au cours des cinq dernières années, dans la mise au point de technologies d'élimination des SACO ainsi que dans la mise en œuvre des stratégies de gestion de certains pays.

Plusieurs questions ont été soulevées au sujet du choix des technologies d'élimination des SACO, parmi lesquelles la nécessité de considérer d'autres répercussions environnementales, telles que les émissions de gaz à effet de serre. Cela est particulièrement vrai dans le cas des technologies d'incinération, auxquelles s'opposent un certain nombre de groupes environnementalistes et de particuliers préoccupés par ce problème. Par conséquent, il est devenu important d'étudier l'état actuel des technologies autres que celle de l'incinération et le potentiel de mise au point ultérieure de nouvelles technologies d'incinération pour trouver d'autres méthodes d'élimination des SACO.

Si l'on parle des technologies éprouvées jusqu'à maintenant dans le cadre des programmes d'élimination des SACO, il faut mentionner que ce sont surtout les techniques d'incinération qui sont utilisées de par le monde pour l'élimination de ces substances. Cela est particulièrement vrai pour l'Europe, les États-Unis et le Japon. Il y a

une exception notable à cette tendance, celle de l'Australie, où l'on a utilisé une technologie au plasma d'argon (c.-à-d. sans incinération) pour détruire environ 1 000 tonnes de Halon 1011 et environ 100 tonnes de CFC depuis 1996.

Le Canada a récemment élaboré une stratégie visant à accélérer l'abandon graduel de l'emploi des CFC et des halons en proposant d'interdire la recharge du matériel avec des CFC et des halons. Comme la mise en œuvre de cette stratégie mènerait probablement à l'accumulation de surplus substantiels de CFC et de halons, on a préparé un document d'orientation sur les technologies d'élimination des SACO pour aider les intéressés à choisir des technologies appropriées. Ce document fait état d'un certain nombre de nouvelles technologies et fournit des mises à jour techniques sur les technologies déjà mentionnées dans les études menées précédemment dans le cadre du PNUE. On y trouve également une évaluation des technologies d'élimination en regard de leurs répercussions sur l'environnement, de leur disponibilité sur le marché et de leur coût. Le document d'orientation du Canada fournit donc des renseignements nouveaux d'importance qui pourraient se révéler utiles pour tous les pays qui veulent élaborer leur propre stratégie d'élimination des SACO. On trouvera en annexe un bref résumé de certaines des technologies d'élimination des SACO les plus prometteuses recensées au cours du processus d'examen, ainsi qu'un bref aperçu des questions afférentes aux technologies d'incinération.

Questions à débattre

Les questions suivantes ont été préparées afin de susciter et de canaliser plus facilement la discussion des questions d'ordre général touchant la gestion des stocks existants de CFC et de halons. Il est proposé que l'on débattenne expressément de ces questions au cours des discussions en groupe qui sont prévues à l'horaire de l'atelier pour l'après-midi.

1. Les Parties non visées par l'article 5 du Protocole de Montréal devraient-elles détruire leurs stocks déjà existants de CFC et de halons?
2. Quels sont les difficultés, les entraves ou les obstacles auxquels il faut faire face dans l'élaboration des programmes d'élimination des SACO, d'abord dans les pays non visés par l'article 5, puis dans les pays visés par l'article 5?
3. Quels sont les difficultés, les entraves ou les obstacles auxquels il a fallu faire face dans la destruction des CFC et des halons, d'abord dans les pays non visés par l'article 5, puis dans les pays visés par l'article 5?
4. Quels sont les difficultés, les entraves ou les obstacles auxquels il a fallu faire face dans la commercialisation des technologies de destruction, d'abord dans les pays non visés par l'article 5, puis dans les pays visés par l'article 5 ?
5. Devrait-on établir un mécanisme international susceptible d'aider les pays à éliminer leurs SACO?
6. Quelles sont les options disponibles pour tenter de résoudre le problème des CFC contaminés dans les pays visés par l'article 5?
7. Quel type de mécanisme international faut-il instituer pour diffuser les renseignements portant sur les technologies d'élimination (en plus de la Réunion des Parties)? Quels sont les besoins en matière de renseignements et qui pourrait le mieux tenter de les combler?
8. Puisque l'on se préoccupe beaucoup des changements climatiques qui pourraient être causés par les gaz à effet de serre rejetés par le procédé d'incinération, devrait-on accorder la préférence aux programmes d'élimination qui reposent sur des technologies sans incinération?

Annexe

Description des technologies d'intérêt potentiel pour l'élimination des SACO

Dans le document d'orientation produit récemment par le Canada, on mentionnait les cinq meilleures technologies disponibles sur le marché, classées selon des critères techniques et écologiques, parmi lesquelles on comptait quatre technologies sans incinération. On trouvera ci-dessous une brève description de ces cinq technologies (coûts en dollars canadiens de 1999).

On a également procédé à un classement basé sur la disponibilité commerciale et sur les coûts. Parmi les cinq technologies les mieux cotées, quatre étaient des technologies d'incinération. On trouvera également ci-dessous une brève description des questions touchant les technologies d'incinération.

1. Le plasma d'argon

Au cours de la dernière décennie, la technologie au plasma est devenue l'une des technologies innovatrices les plus prometteuses en matière de destruction thermique des déchets dangereux. Le PLASCON, un procédé à arc et à plasma d'argon, a été mis au point en Australie par SRL Plasma Ltd. en collaboration avec la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). Ce procédé a été fourni en 1993 au Department of Administrative Services Centre for Environmental Management (DASCEM) pour la destruction des surplus de halons et de CFC accumulés par l'Australie. L'usine a été mise en service en 1996 et, depuis lors, environ 1 000 tonnes de Halon 1011 et environ 100 tonnes de CFC ont été détruits. Parmi les principaux avantages de ce procédé, il y a le degré très élevé d'efficacité de destruction (99,9999 %) et le niveau négligeable d'émission de dioxines et de furannes produit par un système opérationnel commercial. Les coûts sont apparemment de l'ordre de 2,75 \$/kg. Puisque les technologies au plasma sont utilisées pour convertir l'énergie électrique directement en énergie thermique à des températures élevées, ce qui permet la destruction thermique au moyen d'un gaz réducteur (c.-à-d. en évitant les procédés de combustion d'oxygène), elles ne sont pas (habituellement) considérées comme étant des technologies d'incinération.

2. Réduction chimique en phase gazeuse

La société Eli Eco Logic International Inc. (ECO LOGIC) de Rockwood, en Ontario, a mis au point et commercialisé le procédé de réduction chimique en phase gazeuse ECO LOGIC. Ce procédé breveté représente une technologie sans incinération, applicable à la destruction des déchets organiques présents dans diverses matrices solides, liquides et gazeuses. Les déchets contenant des BPC et du DDT ont été détruits à l'échelle commerciale; les essais en laboratoire et en conditions réelles ont été effectués sur beaucoup d'autres déchets dangereux, y compris sur des agents chimiques de guerre. Les réactions découlant de ce procédé se font à une température de 850°C et les composés organiques sont éventuellement réduits en méthane, en acide chlorhydrique et (selon la

société) en petites quantités d'hydrocarbures à faible poids moléculaire. Il est possible qu'il se forme aussi des dioxines et des furannes, et l'on a signalé des concentrations de 40-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les systèmes sont offerts en modèle fixe ou transportable. On a apparemment atteint un degré très élevé d'efficacité de destruction (99,9999 % pour le DDT, 99,99999 % pour les BPC). Le principal inconvénient est le manque d'expérience dans la destruction des SACO. On ne peut donc fournir de renseignements précis sur les coûts relatifs à la destruction des SACO; il faut toutefois s'attendre à ce que le procédé soit passablement onéreux (on a présumé que le coût approximatif estimé était de 6,00 \$ par kilogramme de SACO détruites).

3. Déshalogénéation catalytique

La Hitachi Corp. de Tokyo, au Japon, a mis au point un procédé sans incinération qui permet de détruire les CFC en présence d'un catalyseur d'oxyde métallique breveté, à une température de 400°C à la pression atmosphérique. Le HCl et le HF produits sont absorbés dans une solution de chaux. On a atteint un degré d'efficacité supérieur à 99,99 % pour le CFC-12, et d'autres essais en laboratoire sont en cours. Ce procédé a été commercialisé pour la destruction des BPC et il a été appliqué à de nombreux autres composés chlorés, mais il n'a pas encore été appliqué à la destruction des SACO à l'échelle commerciale. En ce qui concerne les BPC, on a signalé un niveau d'efficacité de destruction de 99,9998 %. Par ailleurs, on affirme que le procédé ne produit aucun furanne ni dioxine. Des frais d'exploitation d'environ 2,85 \$-4,30 \$/kg de CFC ont été mentionnés. Les frais d'investissement ont été estimés à environ 1,43 million de dollars pour un système de 10 kg/h.

4. Vitrification

Ce procédé sans incinération est offert aux États-Unis par Pure Chem Inc., un fabricant de produits réfrigérants à usage spécial qui possède de l'expérience dans la conversion de composés halogénés en matrice de verre. Le procédé n'a pas été appliqué aux CFC, mais il a été appliqué au tétrachlorure de carbone avec 99,9999 % d'efficacité de destruction. Le procédé a également été utilisé par le département de l'Énergie des États-Unis pour fixer les matières radioactives et les métaux lourds. Ce procédé sert à fixer les produits de la dissociation et de l'hydrolyse des SACO pour en faire de la fritte de verre, un produit chimique durable qui peut être traité et transformé en produit de verre. La première étape consiste en une destruction des produits organiques à une température élevée, habituellement à l'aide d'un procédé à arc et à plasma (voir ci-dessus). Une fois les halogènes séparés du carbone et hydrolysés dans les systèmes de traitement des effluents gazeux, le procédé de fabrication du verre s'enclenche. L'épuration des gaz doit comprendre un cycle de refroidissement rapide si l'on veut empêcher une importante formation de dioxines et de furannes. Des frais d'exploitation d'environ 3,80 \$/kg sont mentionnés. Quant aux frais d'investissement, qui varient selon la taille de l'installation, ils sont de 1,5 à 3,5 millions de dollars. L'un des avantages du procédé est que les sous-

produits de la destruction sont incorporés dans une substance d'utilité commerciale, ce qui évite d'engager des frais pour l'élimination des déchets.

5. Craquage avec réacteur

Le craquage avec réacteur est un procédé breveté mis au point par Hoechst AG. La société Solvay a fait l'acquisition de l'entreprise de fluorocarbures Hoechst en 1996 et elle occupe maintenant une usine à Francfort. Bien qu'il s'agisse là d'un procédé d'incinération, la production de déchets est minimale : l'emploi d'une flamme oxydrique limite la formation de NO_x, les températures de fonctionnement très élevées et le refroidissement rapide limitent la formation de dioxines et de furannes, tandis que des quantités importantes de sous-produits d'acide fluorhydrique et d'acide chlorhydrique sont récupérées. Le gaz résiduaire qui s'en dégage est, selon la société, composé uniquement de CO₂, de O₂ et de vapeur d'eau. Le niveau d'efficacité du craquage dépasse 99,999 %. Le procédé a été utilisé pour traiter les gaz résiduaires de la production de CFC et, plus récemment, les CFC résiduaires. Le procédé ne peut être utilisé que pour les sources gazeuses; toutefois, la destruction commerciale pourrait amener l'addition d'un procédé de vaporisation dans cette usine. Les frais d'exploitation sont approximativement de 3,75 \$/kg. On estime qu'une installation de craquage de CFC traitant 1 600 tonnes par année coûterait environ trois millions de dollars, sans compter les droits de licence et les honoraires d'ingénieur.

Vue d'ensemble des technologies d'incinération :

Les seules technologies commercialisées recommandées tant dans le rapport du CCT du PNUE (1992) que dans le rapport du GETE (1995) sur la destruction des SACO étaient les procédés d'oxydation thermique (incinération). À l'exception du programme australien de destruction des halons et des CFC, la majorité des SACO détruites dans le monde jusqu'à maintenant ont été soumises à des technologies d'incinération. Il y a un certain nombre de caractéristiques communes à tous les procédés d'incinération.

En procédant à l'oxydation thermique, on atteint généralement des températures d'au moins 900°C. On obtient facilement un degré d'efficacité de destruction de 99,99 % dans les appareils bien conçus qui sont utilisés correctement. Les incinérateurs à rendement élevé conçus expressément pour détruire des composés organiques stables (p. ex, les BPC, les CFC et les halons) fonctionnent à des températures beaucoup plus élevées (1 200 °C ou plus) et peuvent atteindre un niveau de destruction de 99,9999 % ou davantage. Parmi les produits primaires résultant de l'incinération des SACO, il y a le dioxyde de carbone (ce qui soulève des problèmes de changements climatiques). Les produits d'une combustion incomplète ne sont rejetés qu'en petites quantités dans les usines d'incinération bien conçues qui peuvent offrir des températures élevées, un temps de séjour adéquat (une à deux secondes), de l'oxygène excédentaire et un mélange efficace. Les produits résiduaires de gaz acides doivent être éliminés au moyen d'un système d'épuration des gaz.

Parmi les problèmes graves associés à l'incinération, il y a la production possible de quantités infimes de polychlorodibenzo paradiioxines (PCDD) et de polychlorodibenzo furannes (PCDF), qui sont des produits toxiques. On peut réduire (c.-à-d. abaisser à des niveaux inférieurs à $0,1 \text{ ng/m}^3$), la formation de PCDD/PCDF dans les incinérateurs de haute qualité en incluant une opération de trempage pour refroidir rapidement le gaz chauffé et l'amener à une température bien inférieure à celle qui pourrait occasionner la formation de dioxines/furannes.

Selon les estimations, les frais d'exploitation, pour l'incinération des SACO, sont de moyens à élevés, en comparaison des coûts afférents à la plupart des technologies; toutefois, la tendance des prix, au cours des dix dernières années, a été à la baisse. L'estimation précise des coûts varie considérablement en fonction du type de SACO, des quantités à détruire et des conditions du marché. On peut mentionner, pour fournir une estimation approximative des coûts des techniques d'incinération, un prix d'environ 3,50 \$ par kilogramme de SACO détruites.

5. A Review of Disposal Technologies for ODS

Mr. Dan Nolan, Cantox Environmental Inc., Canada

REVIEW OF DISPOSAL TECHNOLOGIES FOR OZONE- DEPLETING SUBSTANCES

International Workshop on ODS Disposal
Geneva, Switzerland
July 10, 2000

Presented by Canada

Overview

- A. Identification & Screening of Technologies**
- B. Technical/Environmental/Health Review**
- C. Commercial/Economic Review**

Identification of Technologies

- **Update of UNEP reviews: 1992 and 1995**
- **Search of current literature**
- **Contact with technology developers**
- **Expert Review Committee**
- **Stakeholder Working Group**

Technologies Identified

	Commercial (Incineration/Plasma/Other)	Emerging	Total
UNEP 1992	5/0/0	12	17
UNEP 1995	2/2/2	6	12
EnvCan 2000	7/3/6	26	42

Evaluation of Technologies

Modified Kepner-Tregoe approach:

- **Mandatory Screening (commercial/emerging)**
- **Technical/Environmental/Health Assessment**
- **Commercial/Economic Assessment**

Mandatory Screening Criteria

- 1. Destruction Efficiency (DE) \geq 90%**
- 2. Dioxin/furan emissions \leq 0.1 ng/m³ (TEQ)**
- 3. Commercial availability by January 1, 2003**

Technologies Satisfying Mandatory Criteria

Incineration

High Performance Incineration
Reactor Cracking
ICFB Incineration
Cement Kiln Incineration
Liquid Injection Incineration
Gas/Fume Incineration
Rotary Kiln Incineration

Plasma

Argon Plasma
IC RF Plasma
AC Plasma

Other Non-Incineration Technologies

Gas Phase Chemical Reduction
Catalytic Dehalogenation
Vitrification
Solvated Electron
Liquid Phase Chemical Conversion
UV Photolysis

Technical/Environmental/Human Health Review of Commercially Available Technologies

Objective

To assess the environmental and technological performances of those technologies that satisfied the mandatory criteria

Which technologies best avoid environmental and human health impacts?

Kepner-Tregoe Decision Matrix Example

Unweighted Score (Min 0; max 10)	Weighting Factor	Weighted Score
---	-------------------------	-----------------------

A = 10	50%	5.00
B = 5	25%	1.25
C = 3	<u>25%</u>	<u>0.75</u>
	100%	7.00

- **Total = 7 of maximum possible 10**
- **Overall score = 70 (out of 100)**

Evaluation Criteria

Criterion	Weighting Factor
Destruction Efficiency	50%
PCDD/PCDF	15%
Emissions/wastes	15%
Energy consumption	10%
Chemical recovery	10%

Overall Technical/Environmental Ranking

1. Argon Plasma
2. Gas Phase Chemical Reduction
3. Catalytic Dehalogenation
4. Vitrification
5. Reactor Cracking
6. High Performance Incineration
7. ICFB Incineration
8. AC Plasma
9. IC RF Plasma
10. Solvated Electron
11. Cement Kiln Incineration
12. Liquid Injection Incineration
13. Gas/Fume Incineration
14. Rotary Kiln Incineration
15. Liquid Phase Chemical Conversion
16. UV Photolysis

Availability of Top Six Candidates

Canada: Gas Phase Chemical Reduction
High Performance Incineration

United States: Catalytic Dehalogenation
Vitrification
High Performance Incineration

Australia: Argon Plasma

Europe: Reactor Cracking

Economic/Commercial Review of Commercially Available Technologies

Objective

To provide government and industry stakeholders with up-to-date information on costs and availability of technologies that satisfy the mandatory criteria

Which technologies are the least expensive and most conveniently available?

Evaluation Criteria

Criterion	Weighting Factor
Cost	60%
Availability	30%
Geographic location	10%

Costs (I)

- **Operating costs for destruction of CFCs & halons**
- **Fixed costs (labour, emission controls, maintenance, etc)**
- **Variable costs (power, fuel, chemicals)**
- **Capital costs represent relatively small part of disposal cost**

Costs (II)

- **Significant stakeholder input in cost estimates**
- **Significant uncertainty involved in cost estimates**
- **Range from \$2.50/kg to \$11/kg**
- **Weighting factor = 60%**
- **Scores:**
 - **Incineration technologies scored in medium range**
 - **Plasma technologies scored high (lower costs)**
 - **Other technologies had variable scores**

Overall Ranking

1. Argon Plasma
2. Cement Kiln Incineration
3. Catalytic Dehalogenation
4. Reactor Cracking
5. Vitrification
6. Rotary Kiln Incineration
7. AC Plasma
8. Liquid Injection Incineration
9. Gas/Fume Incineration
10. Liquid Phase Chemical Conversion
11. IC RF Plasma
12. High Performance Incineration
13. Gas Phase Chemical Reduction
14. ICFB Incineration
15. Solvated Electron
16. UV Photolysis

Ratings Comparison

Technology	Economic/ Commercial Rating	Environmental/ Technical Rating
Argon Plasma	1	1
Cement Kiln Incineration	2	11
Catalytic Dehalogenation	3	3
Reactor Cracking	4	5
Vitrification	5	4
Rotary Kiln Incineration	6	14
High Perform. Incineration	12	6
Gas Phase Chem. Reduction	13	2

Conclusions

- **Sixteen (16) technologies now commercially available to destroy ODS within acceptable environmental/health parameters**
- **Several non-incineration technologies may now be considered practical candidates for disposing of ODS**
- **Selection of “best” technology will depend on stakeholder preferences, regulations (environmental considerations), costs and convenience**

REVIEW OF DISPOSAL TECHNOLOGIES FOR OZONE- DEPLETING SUBSTANCES

International Workshop on ODS Disposal
Geneva, Switzerland
July 10, 2000

Presented by Canada

Incineration Technologies

Technology	Liquid Injection Rotary Kiln Gas/Fume ICFB	Cement Kiln	High Performance	Reactor Cracking
Vendor	Generic	Generic	Bovar	Solvay
OperatingTemp (°C)	900 to 1100	1500	1200	2000 to 2600
Residence Time (sec)	1-2	10	2	
DE	99.99% to 99.999%	99.99%	99.9999%	99.999%
PCDD/PCDF	0.1	0.1	0.1	0.1
Effluents	GHG Halide salts	GHG	GHG Halide salts	
Features	Co-incineration	Limited co- incineration	Co-incineration	Dedicated HF, HCl recovery
Cost (\$/kg CFC)	3.50	3.25	4.00	3.75

Plasma Technologies

Technology	Inductively Coupled RF	DC Argon	AC
Vendor	MITI	SRL Plasma	SUI
Operating Temp (°C)	2000	3000	
Residence Time (sec)	2	0.020	
Efficiency	95%	95% to 98%	99%
 Elec	50%	65% to 85%	85% to 90%
 Thermal			
DE	99.99%	99.9999%	99.99%
PCDD/PCDF	0.025	0.025	0.025
Effluents	Halide salts	Halide salts	Halide salts
Features	No electrodes enables wide range of gases	Requires inert gas	No need for high frequency AC Tolerates oily gases
Cost (\$/kg CFC)	2.50	2.75	2.50

Other Non-Incineration Technologies (1)

Technology	Solvated Electron	UV Photolytic	Gas Phase Chemical Reduction
Vendor	Commodore Advanced Sciences	Process Technologies, Inc.	Eli Eco Logic International Inc.
Process Description	Reaction with liquid ammonia and metallic sodium	UV irradiation of CFC in air	Reaction at 850 C under reducing conditions
DE	99.99%	99.7%	99.9999%
PCDD/PCDF	0.01	0.01	0.06
Effluents	Halide salts	Non hazardous spent liners	Halide salts
Features	Methane & ethane byproducts Ammonia recycled	Liner is PTI proprietary mixture	Hydrogen, methane recovered and used as fuel
Cost (\$/kg CFC)	11.00	11.00	6.00

Other Non-Incineration Technologies (2)

Technology	Gas Phase Catalytic Dehalogenation	Liquid Phase Chemical Conversion	Vitrification
Vendor	Hitachi Corp.	Ontario Hydro Technologies	Pure Chem, Inc.
Description	Reaction over metal oxide catalyst at 400 C at atmospheric pressure	Reaction with KOH and polyethylene glycol at 100 C	Plasma ODS destruction and fixation into glass frit
DE	99.999%	99.7%	99.9999%
PCDD/PCDF	0.01	0.01	0.1
Effluents	Halide salts	Halide salts	Glass frit capable of being returned to commerce
Features	Proprietary catalyst	Mobile systems	Proprietary chemicals used to form glass
Cost (\$/kg CFC)	3.60	4.00	3.80