



**Programme des  
Nations Unies pour  
l'environnement**

Distr.  
GÉNÉRALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54  
1<sup>er</sup> juin 2018

FRANÇAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITE EXÉCUTIF  
DU FONDS MULTILATÉRAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTRÉAL  
Quatre-vingt-unième réunion  
Montréal, 18-22 juin 2018

**PRINCIPAUX ASPECTS LIÉS AUX TECHNOLOGIES  
DE CONTRÔLE DU SOUS-PRODUIT HFC-23  
(DÉCISIONS 78/5 e), 79/17 b), 79/47 e) ET 80/77 b))**

Contexte

1. Le Comité exécutif, à sa 79<sup>e</sup> réunion, a demandé au Secrétariat de retenir les services d'un entrepreneur indépendant qui aurait pour mandat d'entreprendre une évaluation de méthodes rentables et durables sur le plan écologique de détruire le HFC-23 émanant des installations de production du HCFC-22 et de remettre son rapport à la 81<sup>e</sup> réunion.
2. L'évaluation comprendrait :
  - a) Une évaluation des coûts d'incinération dans des installations de destruction sur place, selon les caractéristiques de l'installation, y compris sa capacité de destruction, la quantité de HFC-23 à détruire et la fréquence de la destruction, une estimation de la durée de vie restante, l'emplacement et autres facteurs pertinents, à savoir :
    - i) Les coûts de remise en service des installations de destruction qui pourraient être en désuétude;
    - ii) Les coûts d'aménager de nouvelles installations de destruction, s'il n'en existe pas déjà;
    - iii) Les coûts d'exploiter les installations existantes;
  - b) Une évaluation des coûts d'incinération dans des installations de destruction hors site, comprenant la collecte, le transport et l'incinération, selon les quantités de HFC-23 à détruire, le lieu et autres facteurs pertinents;

- c) Une évaluation des coûts de détruire les émissions de sous-produit HFC-23 en les transformant de façon irréversible et en utilisant d'autres nouvelles technologies, lorsque l'information existe, selon les quantités de HFC-23 à détruire, le lieu et autres facteurs pertinents;
- d) Une évaluation des coûts et des mesures pour optimiser le processus de production de HCFC-22 afin de minimiser le taux de production du sous-produit HFC-23 et maximiser la collecte du sous-produit HFC-23 destiné à être détruit, selon les caractéristiques des installations, à savoir la capacité, la quantité de sous-produit HFC-23 produite, l'estimation de la durée de vie restante, le lieu et autres facteurs pertinents;
- e) Une évaluation des coûts des différentes méthodes de suivi et vérification; et
- f) Une évaluation des différences dans l'efficacité et les coûts des diverses technologies de destruction selon les conditions locales et les quantités du sous-produit HFC-23 à être détruites.

#### Renseignements supplémentaires en lien avec le HFC-23 demandés par le Comité exécutif

3. Le Comité exécutif a demandé à la Banque mondiale de soumettre le projet de rapport final de l'enquête sur la réduction du ratio de sous-produit HFC-23 en appliquant les meilleures pratiques à la 81<sup>e</sup> réunion (décision 79/17 b)). Le sommaire du rapport remis par la Banque mondiale est joint à l'annexe II au présent document.

4. Le Comité exécutif a invité tous les pays visés à l'article 5 producteurs de HCFC-22 concernés de fournir au Secrétariat, sur une base volontaire, de l'information pertinente à l'évaluation avant le 30 septembre 2017 (décision 79/47 f)), une échéance qui a finalement été reportée au 1<sup>er</sup> décembre 2017 (décision 80/77 b)). Aucune information n'avait encore été reçue au moment de mettre au point le présent document.

5. Le Comité exécutif a chargé le Secrétariat de poursuivre ses recherches pour découvrir s'il y avait des installations de production de HFC ou d'autres HCFC dans les Parties créant des émissions de HFC-23 (décision 78/5 e)). Le Secrétariat a entrepris un examen de la documentation scientifique et consulté des experts des agences d'exécution et autres organisations.<sup>1</sup> Cet examen n'a pas permis au Secrétariat de repérer d'installations de production autres que celles qui produisent du HCFC-22 et du sous-produit HFC-23. Le Secrétariat a pris note que le HCFC-22 est utilisé comme matière première dans la production d'autres produits chimiques.<sup>2</sup> Les installations de production intégrées qui créent le HCFC-22 servant à la production d'autres produits chimiques créent également le sous-produit HFC-23. Cependant, ce sous-produit est créé pendant la réaction produisant le HCFC-22 servant d'intermédiaire et non pendant les réactions subséquentes du HCFC-22 avec d'autres substances pour créer le produit désiré.

#### Observations du Secrétariat

6. Le poste de consultant à pourvoir a été publié sur Inspira, et un lien au poste à pourvoir ainsi que le mandat ont été publiés sur le site Web du Secrétariat, conformément aux règlements des Nations Unies. Le consultant s'est rendu à Montréal afin de discuter en détail avec le Secrétariat de la méthode à appliquer pour exécuter son mandat et a consulté régulièrement le Secrétariat tout au long de la rédaction du rapport.

<sup>1</sup> Dont Öko-Recherche, une institution de recherche et de services conseils en environnement située en Allemagne.

<sup>2</sup> Le HCFC-22 est surtout utilisé comme matière première dans la production de tétrafluoroéthylène; il peut aussi être utilisé comme matière première dans la production de HFC-4310mee, de HFC-227ea, de HFC-32, de HFC-347pcf, de HFC-7100, de HCFE-235da2, de HFC-236ea2 et sans doute d'autres produits chimiques. Le Secrétariat ne possède pas d'information sur l'importance de l'utilisation du HCFC-22 comme matière première dans la fabrication de ces autres produits chimiques.

Le Secrétariat a examiné à fond le rapport du consultant, joint à l'annexe I au présent document. Afin de faciliter l'examen par le Comité exécutif, la section ci-dessous, examinée par le consultant, résume les principales conclusions du rapport.

*Coûts de l'incinération dans des installations de destruction aménagées sur place*

7. L'évaluation du consultant présente les principales conclusions suivantes :

- a) L'estimation conservatrice des coûts fixes d'investissement pour un nouvel incinérateur installé vers le milieu de 2017 en Chine centrale orientale varie de 9 millions \$US pour un incinérateur de 400 tonnes métriques (tm/an) à 27,1 millions \$US pour un incinérateur de 2 400 tm/an. La valeur de la limite inférieure de cette estimation varie de 6,3 millions \$US à 18,5 millions \$US. Ces coûts comprennent tous les coûts prévus associés à l'achat et l'installation d'un nouvel incinérateur, à savoir les permis, l'assurance et la sécurité, ainsi que l'achat, l'expédition et l'installation de l'équipement, et tous les coûts associés à la mise en service et au fonctionnement de l'incinérateur pendant au moins 72 h;
- b) Les coûts de fonctionnement varient selon la capacité et l'étendue de l'utilisation de cette capacité, de 4,37 \$US/kg à 1,45 \$US/kg, comme indiqué dans le tableau 1.

**Tableau 1: Limites inférieures et supérieures des coûts d'exploitation en fonction de la capacité et de l'étendue de l'utilisation des incinérateurs sur place**

Pourcentage de l'utilisation	Capacité des incinérateurs sur place (tm/an)							
	400		800		1 600		2 400	
	Limite inférieure (US\$/kg)	Limite supérieure (US\$/kg)	Limite inférieure (US\$/kg)	Limite supérieure (US\$/kg)	Limite inférieure (US\$/kg)	Limite supérieure (US\$/kg)	Limite inférieure (US\$/kg)	Limite supérieure (US\$/kg)
100	2,22	2,63	1,80	2,13	1,55	1,81	1,45	1,68
75	2,66	3,21	2,10	2,55	1,77	2,12	1,63	1,94
50	3,54	4,37	2,71	3,37	2,21	2,74	2,01	2,47

- c) Les coûts de fonctionnement des incinérateurs existants seront vraisemblablement plus faibles que les estimations des coûts d'un nouvel incinérateur. Ces coûts se rapprocheraient vraisemblablement des estimations de la limite inférieure indiquées dans le rapport, en sachant que les coûts précis ne peuvent être évalués qu'à partir de caractéristiques propres au site; et
- d) Les coûts de remise en service d'installations en désuétude sont évalués à 575 000 \$US et comprendraient de nouvelles qualités réfractaires résistantes aux acides, l'achat et l'installation de nouvel équipement, de nouvelles sondes et la mise à niveau du système de contrôle de la distribution. Ces coûts varieraient selon la capacité de l'incinérateur et les conditions propres au site.

*Coûts de l'incinération dans des installations de destruction hors site*

8. L'évaluation du consultant présente les principales conclusions suivantes :

- a) Les coûts de la construction et de l'exploitation d'un nouvel incinérateur autonome sont plus élevés que ceux d'un incinérateur sur place à cause de l'équipement supplémentaire nécessaire (p. ex., installations de réception du HFC-23 à détruire) et la perte des avantages

reliés à la synergie, dont les avantages au niveau de la main-d'œuvre, des fournitures, des frais généraux et autres coûts);

- b) L'estimation conservatrice des coûts fixes d'investissement pour un nouvel incinérateur autonome installé vers le milieu de 2017 en Chine centrale orientale varie de 12,1 millions \$US pour un incinérateur de 400 tm/an à 34,5 millions \$US pour un incinérateur de 2 400 tm/an. La limite inférieure de cette estimation varie de 8,8 millions \$US à 24,5 millions \$US; et
- c) Les coûts d'exploitation varient selon la capacité et l'étendue de l'utilisation de cette capacité, comme dans le cas des installations sur place, de 5,59 \$US/kg à 1,56 \$US/kg, comme indiqué dans le tableau 2. Les coûts d'exploitation indiqués dans le tableau 2 comprennent la collecte, le transport jusqu'aux installations hors site et l'incinération. Ils représentent le total des coûts pour le producteur de HCFC-22.

**Tableau 2: Limites inférieures et supérieures des estimations des coûts d'exploitation en fonction de la capacité et de l'étendue de l'utilisation des incinérateurs hors site**

	Capacité des incinérateurs hors site (tm/an)							
	400		800		1 600		2 400	
Pourcentage de l'utilisation	Limite inférieure (\$US/kg)	Limite supérieure (US \$/kg)	Limite inférieure (\$US/kg)	Limite supérieure (US \$/kg)	Limite inférieure (\$US/kg)	Limite supérieure (US \$/kg)	Limite inférieure (\$US/kg)	Limite supérieure (US \$/kg)
100	2,81	3,24	2,11	2,45	1,71	1,98	1,56	1,80
75	3,45	4,02	2,52	2,97	1,99	2,35	1,79	2,10
50	4,73	5,59	3,33	4,01	2,54	3,08	2,23	2,71

*Coûts de la destruction du sous-produit HFC-23 par transformation irréversible et au moyen d'autres nouvelles technologies*

9. Quatre technologies ont été évaluées : pyrolyse du HFC-23 en difluorure de carbonyle (COF<sub>2</sub>); iodisation du HFC-23 en trifluoriodométhane (CF<sub>3</sub>I)<sup>3</sup>; reconversion au HCFC-22, difluorure de vinylidène (VDF) ou TFE et hexafluoropropylène (HFP);<sup>4</sup> et la réaction chimique avec l'hydrogène et le dioxyde de carbone<sup>5</sup>. Les coûts des trois premières technologies n'ont pas pu être évalués car ces technologies en sont encore à l'étape de la recherche. En ce qui concerne la dernière technologie, le fournisseur de la technologie n'a pas fourni l'information souhaitée et il existe très peu d'information publique permettant d'évaluer ces coûts. Le consultant n'a pas pu évaluer indépendamment les coûts d'exploitation suggérés par le fournisseur de la technologie ni évaluer les coûts d'investissement de l'équipement nécessaire; ces coûts permettraient de calculer la période de récupération des coûts de la technologie pour un incinérateur. Par contre, le consultant a pu évaluer les revenus possibles de la technologie à partir de l'information publique sur le prix des produits chimiques produits dans le cadre du processus de reconversion. Le consultant estime que les revenus potentiels de la reconversion de 900 tm de HFC-23 seraient d'environ 565 000 \$US.

<sup>3</sup><http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-39/events-publications/Observer%20Publications/Effective%20Technologies%20for%20Conversion%20of%20HFC-23%20-%20Quan%20Hengdao.pdf>

<sup>4</sup><http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-39/events-publications/Observer%20Publications/Treatment%20of%20HFC-23%20by%20conversion%20-%20Han%20Wenfeng.pdf>

<sup>5</sup><http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-39/events-publications/Observer%20Publications/The%20Creation%20and%20Recovery%20of%20Valuable%20Organic%20Halides%20From%20the%20HFC-23%20-%20Lew%20Steinberg.pdf>

*Coûts et mesures pour optimiser le processus de production de HCFC-22 afin de minimiser la production du sous-produit HFC-23 et de maximiser la collecte du sous-produit HFC-23*

10. Les mesures précises pour minimiser la production du sous-produit HFC-23 et en maximiser la collecte varient selon les exigences propres au site. Néanmoins, trois changements de processus ont été recensés qui pourraient s'appliquer aux installations de production de HCFC-22 :

- a) Apporter des améliorations à la colonne de distillation de HCFC-22, à savoir le remplacement des plateaux intérieurs de la colonne par des garnitures structurées, réduire la pression de fonctionnement la colonne ainsi que la température du condenseur, et accroître le rapport de reflux, réduisant de 8 à 3 pour cent le reliquat du HCFC-22 dans le flux de HFC-23;
- b) Reconvertir le réacteur de HCFC-22 à un écoulement non dispersif afin d'accroître le mélange de fluorure d'hydrogène et de chloroforme, améliorant ainsi la sélectivité et aboutissant à un taux réduit de production de sous-produit HFC-23 d'environ 1,75 pour cent; et
- c) Reconvertir le réacteur de HCFC-22 à un étage à un réacteur à trois étages, afin de réduire le ratio de sous-produit de HFC-23 à environ 1,4 pour cent. Réduire le ratio de sous-produit HFC-23 sous les 1,4 pour cent exigerait de la recherche et du développement, surtout en ce qui concerne les nouveaux catalyseurs.

11. Les coûts de ces mesures varieront selon les installations de production de HCFC-22. Les installations de production doivent remplacer régulièrement l'équipement qui atteint la fin de sa vie utile. Les installations compareront vraisemblablement les coûts supplémentaires de ces mesures aux avantages de leur mise en œuvre lors du choix de l'équipement de remplacement. Les colonnes de distillation doivent être remplacées tous les dix ans, environ, et le choix s'arrêtera sans doute sur les colonnes à garniture structurée compte tenu de l'augmentation des revenus que devrait apporter une séparation améliorée et une réduction des coûts d'entretien. Les réacteurs ont une durée de vie de 10 à 15 ans. Lors du choix d'un nouveau réacteur, les installations compareront vraisemblablement la différence de coût entre un réacteur à trois étages et un réacteur à un étage par rapport aux avantages que procure une meilleure sélectivité favorisant le HCFC-22. Par exemple, une augmentation de 0,5 pour cent de la sélectivité favorisant le HCFC-22 dans une installation produisant 27 000 tm/an de HCFC-22 pourrait vraisemblablement augmenter les revenus d'environ 300 000 \$US par année lorsque le prix du HCFC-22 est de 2,20 \$US/kg.

12. Le Secrétariat a été incapable d'effectuer une analyse détaillée du sommaire des enquêtes sur la réduction du ratio de sous-produit HFC-23 en appliquant les meilleures pratiques soumis par la Banque mondiale le 10 mars 2018 avant la mise au point du présent document. Par contre, les observations ci-dessous sont importantes :

- a) La capacité totale des 22 installations de destruction du HFC-23 de la Chine (comprenant 16 incinérateurs, trois incinérateurs au plasma à courant continu et trois installations de vapeur surchauffée) est de 22 000 tm/an. La capacité moyenne d'une installation de destruction est de 1 000 tm/an. Le Secrétariat a pris note que certaines installations sont en attente; 17 810 tm/an de la capacité installée totale de 20 960 tm/an étaient utilisés en 2016 contre 2 750 tm/an en attente. La capacité de destruction de la Chine est suffisante pour détruire tout le sous-produit HFC-23 compte tenu du niveau de production de HCFC-22 et de la capacité du pays;
- b) Les conclusions théoriques fournies dans le sommaire sont conformes à celles du rapport du consultant. Le taux de production du sous-produit HFC-23 est surtout déterminé par les détails de la construction du réacteur, la colonne de distillation, les conditions du processus

et les qualités de mélange du réacteur; abaisser le niveau de liquides dans le réacteur peut réduire considérablement le taux de production de HFC-23 sans investissement supplémentaire en équipement ni augmentation de la consommation d'énergie. Bien que ces conclusions soient semblables à celles du consultant, la proposition du consultant de reconverter le réacteur à un réacteur à trois étages offrira vraisemblablement un moyen plus efficace d'atteindre les mêmes résultats qu'accroître le rapport hauteur-rayon du réacteur comme le proposait le rapport sommaire de la Banque mondiale. Le réacteur à trois étages devrait réduire le niveau de liquides dans le réacteur et augmenter le niveau de mélange et d'uniformité du fluorure d'hydrogène dans le réacteur, réduisant ainsi le niveau de production du sous-produit HFC-23; et

- c) Toutes les mesures indiquées dans le sommaire coûtent moins de 1 million \$US, ce qui suggère une période de récupération des coûts de moins de quatre ans pour l'installation ci-dessus (qui produit 27 000 tm/an de HCFC-22 et offre une augmentation de 0,5 pour cent de la sélectivité favorisant le HCFC-22).

#### *Coût des différentes méthodes de suivi et de vérification*

13. Le consultant a recommandé d'utiliser la méthodologie de valeur de référence approuvée et de suivi AM0001/version 06.0.0 du mécanisme pour un développement propre (MDP) pour effectuer le suivi de la destruction du sous-produit HFC-23. Les coûts du suivi sont inclus dans les coûts estimatifs ci-dessus.

14. Une vérification indépendante devra être réalisée par un tiers indépendant sans conflit d'intérêt. Le vérificateur devra avoir accès aux données d'exploitation des installations et aux livres financiers des producteurs et des destructeurs du HCFC-22/HFC-23. Les coûts de cette vérification sont en sus des coûts estimatifs indiqués ci-dessus.

#### *Coûts des différentes technologies de destruction*

15. Le consultant a évalué cinq technologies de destruction : incinérateur au plasma à courant continu de fréquence radio, incinérateur de thermooxydation à feu, incinérateur horizontal à four rotatif, oxydation dans un four à ciment et décomposition thermique à vapeur surchauffée :

- a) La technologie de l'incinérateur au plasma à courant continu de fréquence radio offre une destruction très efficace mais coûte plus cher que tous les technologies examinées et conviendrait davantage aux petites installations de destruction. Les coûts d'exploitation sont d'environ 3 \$US/kg. Une installation qui détruit environ 100 tm/an devra investir approximativement 2,5 millions \$US pour détruire le HFC-23;
- b) L'incinérateur de thermooxydation à feu offre une destruction très efficace et représente la deuxième technologie la plus onéreuse. Les coûts d'exploitation sont d'environ 2,40 \$US/kg. Une installation qui détruit environ 100 tm/an devra investir approximativement 1,7 million \$US pour détruire le HFC-23;
- c) L'incinérateur horizontal à four rotatif et l'oxydation dans un four à ciment sont bien commercialisés et offrent des technologies de destruction parmi les plus économiques. L'efficacité de la destruction est toutefois inférieure (environ 99 pour cent) et les coûts d'exploitation sont d'environ 1 \$US/kg. Une installation qui détruit environ 100 tm/an devra investir approximativement 0,5 million \$US pour détruire le HFC-23. Ces coûts seraient surtout engagés pour l'achat et l'installation de l'équipement nécessaire pour recevoir les contenants remplis de HFC-23 à détruire, le transfert du HFC-23 à un réservoir d'entreposage et le transfert du HFC-23 au four; et

- d) La décomposition thermique à vapeur surchauffée offre une destruction très efficace. Il existe trois installations de ce genre en Chine, mais il y a très peu d'information sur les coûts, de sorte que ceux-ci n'ont pas pu être évalués. Par contre, les coûts devraient être inférieurs à ceux de l'incinérateur de thermooxydation à feu.

16. Les installations de production de HCFC-22 à faible niveau de production et, par conséquent, à faible quantités de sous-produit HFC-23 à détruire, qui n'ont pas l'intention de poursuivre la production à des fins de matières premières et qui ne possèdent pas d'installations de destruction sur place ou dont les installations de destruction sont en désuétude, pourraient faire face à des coûts de destruction du sous-produit HFC-23 beaucoup plus élevés que les installations ayant un volume élevé de sous-produit HFC-23 à détruire dans des installations sur place.

17. Le Secrétariat prend note que les Parties n'ont pas encore adopté de technologie de destruction du HFC-23. Si les Parties devaient approuver l'utilisation de technologies de destruction présentant un taux de destruction et d'élimination sous les 99,99 pour cent (peut-être pour un temps limité), les installations pourraient alors utiliser les technologies plus économiques recensées, telles que l'oxydation dans un four à ciment ou l'incinérateur horizontal à four rotatif, avant d'éliminer leur production de HCFC-22.

#### *Comparaison des coûts par rapport aux estimations antérieures*

18. Les surcoûts des consommables et des résidus des installations de destruction ont toujours été inférieurs à 1 \$US/kg, selon les analyses des données du MDP entreprises par le Secrétariat à la 79<sup>e</sup> réunion<sup>6</sup>. Ces coûts ne comprenaient toutefois pas les coûts d'entretien, de main-d'œuvre, de suivi et autres coûts qui pourraient avoir des conséquences sur les surcoûts d'exploitation de la destruction. Le Secrétariat a donc considéré que les surcoûts des consommables et des résidus représentaient la limite inférieure des surcoûts d'exploitation. Les estimations des coûts du consultant, qui sont plus élevées, comprennent tous les coûts associés à la destruction du HFC-23, à savoir l'achat et l'installation de l'équipement, ainsi que les coûts de construction, comprenant les permis et l'assurance, de même que tous les coûts d'exploitation, c'est-à-dire les consommables, le traitement des eaux usées, le suivi et les procédés, et l'eau de refroidissement. Les taxes et la dépréciation sont exclus, comme le veulent les pratiques et les décisions du Comité exécutif. L'estimation conservatrice présentée par le consultant comprend 25 pour cent pour les imprévus, et les coûts d'installation représentent environ 35 pour cent des coûts fixes, y compris le fonctionnement de l'incinérateur pendant au moins 72 heures afin de faire la démonstration de son efficacité. Ces coûts sont supérieurs aux coûts typiques des projets proposés au Fonds multilatéral car ils représentent une estimation conservatrice (limite supérieure).

#### Recommandation du Secrétariat

19. Le Comité exécutif pourrait souhaiter prendre note du rapport sur les principaux aspects liés aux technologies de contrôle du sous-produit HFC-23 (décisions 78/5 e), 79/17 b), 79/47 e) et 80/77 b)) contenu dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

---

<sup>6</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/48; 79/48/Add.1; 79/48/Corr.1; et 79/48/Corr.2.