



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



Distr.  
GENERALE

UNEP/OzL.Pro/ExCom/59/51/Add.1  
23 octobre 2009

FRANÇAIS  
ORIGINAL: ANGLAIS

COMITE EXECUTIF  
DU FONDS MULTILATERAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTREAL  
Cinquante-neuvième réunion  
Port Ghalib, Egypte, 10 - 14 novembre 2009

**Addendum**

**ETABLISSEMENT DES PRIORITES DES TECHNOLOGIES D'ELIMINATION DES HCFC  
AFIN DE MINIMISER LES AUTRES CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT  
(DECISION 57/33 ET PARAGRAPHE 147 DU RAPPORT  
DE LA 58<sup>e</sup> REUNION DU COMITE EXECUTIF)**

Cet addendum est émis afin de :

- **Ajouter** l'annexe I, contenant les exemples d'utilisation de l'indicateur des conséquences sur le climat du Fonds multilatéral, au document UNEP/OzL.Pro/ExCom/59/51.

## Annexe I

### EXEMPLES DE L'UTILISATION DE L'INDICATEUR DES CONSEQUENCES SUR LE CLIMAT DU FONDS MULTILATERAL

#### Remarques d'ouverture

1. Cette annexe au document UNEP/OzL.Pro/ExCom/59/51 propose quatre exemples de l'utilisation du modèle d'indicateur, en réponse à la demande à cet effet formulée à la décision 57/53.
2. Les exemples mettent en évidence les données d'entrée et de sortie du modèle. Les données d'entrée représentent les données déjà demandées dans le cadre des projets et des activités d'investissement des plans nationaux d'élimination et des projets-cadres, notamment le nom de l'entreprise, les HCFC à remplacer, le nombre d'appareils produits, la quantité de HCFC utilisée, etc. Les seules nouvelles données portent sur les exportations.
3. Les données de sortie se divisent en deux catégories :
  - a) Une liste des substances de remplacement dans l'ordre ascendant de conséquences sur le climat, ainsi que de l'information supplémentaire sur la différence relative par rapport au HCFC à remplacer. Cette liste permettrait de fonder les décisions sur la technologie applicable au problème située la plus proche du haut de la liste. Le Secrétariat a décidé d'afficher toutes les technologies, même si plusieurs d'entre elles ne s'appliquent pas à la situation donnée, afin d'éviter toute définition arbitraire de technologie applicable et non applicable;
  - b) La deuxième série de données représente le résultat des calculs pour un certain nombre de technologies de remplacement pouvant être retenues lors de la saisie des données. Des données supplémentaires sont fournies sur chacune des substances de remplacement à l'étude pour ces technologies.
4. Les modèles de la réfrigération et des mousses sont fondés sur des données de référence et des données sur les choix des pays. Ces données portent sur la fréquence des différentes températures au pays au cours d'une année donnée et la quantité de CO<sub>2</sub> émise par la production d'électricité.
5. Les deux modèles calculent les conséquences sur le climat des quantités de biens produits au cours d'une année, pour la durée de vie de ces biens. On suppose, de façon générale, que la substance n'est pas récupérée à la fin de la vie. Ces hypothèses peuvent être modifiées au fil des développements dans la destruction des SAO.
6. Les deux modèles entrevoient la possibilité d'améliorer le produit fabriqué dans l'intention de réduire ses conséquences sur le climat. Il n'y a aucun exemple à cet effet dans ce document, mais une telle éventualité entraînerait une réduction importante des conséquences indirectes sur le climat calculées. Les parties des tableaux d'entrée portant sur ce sujet sont ombragées.
7. Les technologies retenues en guise de « frigorigène de remplacement » ou d'« agent de gonflage de remplacement » ont été choisies au hasard et n'expriment aucune préférence. Elles ne servent qu'à expliquer le modèle et les résultats. Le nom des entreprises et les hypothèses sont également fictifs.

**MODELE DE REFRIGERATION : EXEMPLE 1**

<b>Entrée</b>	<b>Généralités</b>	
	Pays	Nigeria
	Données sur l'entreprise (nom, lieu)	Model C Inc., Abijian
	Type de système	Réfrigérateurs commerciaux, assemblage en usine
	<b>Renseignements généraux sur la réfrigération</b>	
	HCFC à remplacer	HCFC-22
	Quantité de frigorigène par appareil	0,8
	Nombre d'appareils	9 000
	Capacité de réfrigération	4
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur l'environnement</b>	
	Part des exportations (tous les pays)	10
	<b>Calcul des conséquences sur le climat</b>	
	Frigorigène de remplacement (plus d'un choix possible)	HFC-407C, HFC-134a
	Lorsqu'une mise à niveau technique est souhaitée :	
	Classification actuelle en efficacité énergétique	
	Augmentation de la taille/des valeurs de l'échangeur de chaleur	
	Amélioration de la qualité du compresseur	

**REMARQUE**

Toutes les données sont propres au cas à l'étude et ne constituent pas des renseignements génériques sur l'efficacité d'une technologie de remplacement. L'efficacité peut varier considérablement d'un cas à l'autre.

<b>Sortie</b>	<i>Remarque : Les données de sortie représentent les conséquences du système de réfrigération sur le climat au cours de sa vie par rapport au HCFC-22, selon la quantité produite en un an. Des résultats supplémentaires/différents sont possibles.</i>	
	Pays	
	Nigeria	
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur le climat</b>	
	Liste des substances de remplacement afin de cerner celle qui aura le moins de conséquences sur le climat	[Liste triée, meilleurs = haut (% d'écart par rapport aux HCFC)]
		HC-600a (-6 %)
		HC-290 (-2 %)
		HFC-134a (-1 %)
		HCFC-22
		HFC-407C (3 %)
		HFC-410A (6 %)
		HFC-404A (10 %)
	<b>Calcul des conséquences de la reconversion sur le climat</b>	
	<b>1<sup>er</sup> frigorigène de remplacement</b>	
	HFC-407C	
	Total des conséquences indirectes (après la reconversion, données de référence)*	[t equiv CO <sub>2</sub> ] -94
	Conséquences indirectes (au pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ] 18 116
Conséquences indirectes (hors pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ] 1 068	
Total des conséquences indirectes	[t equiv CO <sub>2</sub> ] 19 184	
<b>Total des conséquences</b>	<b>[t equiv CO<sub>2</sub>] 19 090</b>	
<b>2<sup>e</sup> frigorigène de remplacement</b>		
HFC-134a		
Total des conséquences indirectes (après la conversion, données de référence)*	[t equiv CO <sub>2</sub> ] -3 557	
Total des conséquences indirectes (au pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ] -4 192	
Total des conséquences indirectes (hors pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ] -153	
Total des conséquences indirectes**	[t equiv CO <sub>2</sub> ] -4 345	
<b>Total des conséquences</b>	<b>[t equiv CO<sub>2</sub>] -7 902</b>	

\* Conséquences directes : Différences dans les émissions liées à la substance entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC.

\*\* Conséquences indirectes : Différence dans les conséquences entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC, en ce qui a trait aux émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie lors de la production d'électricité.

MODELE DE REFRIGERATION : EXEMPLE 2

<b>Entrée</b>	<b>Généralités</b>		
	Pays	[-]	<b>Égypte</b>
	Données sur l'entreprise (nom, lieu)	[-]	<b>Model D Inc., Port Ghalib</b>
	Type de système	[liste]	Climatiseurs, assemblage en usine
	<b>Renseignements généraux sur la réfrigération</b>		
	HCFC à remplacer	[-]	HCFC-22
	Quantité de frigorigène par appareil	[kg]	2
	Nombre d'appareils	[-]	80 000
	Capacité de réfrigération	[kW]	10
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur l'environnement</b>		
	Part des exportations (tous les pays)	[%]	40
	<b>Calcul des conséquences sur le climat</b>		
	Frigorigène de remplacement (plus d'un choix possible)	[liste]	HFC-410A, HC-290
	Lorsqu'une mise à niveau technique est souhaitée :		
	Classification actuelle en efficacité énergétique	[liste]	
Augmentation de la taille/des valeurs de l'échangeur de chaleur	[%]		
Amélioration de la qualité du compresseur	[liste - %]		
<b>REMARQUE</b>			
Toutes les données sont <u>propres</u> au cas à l'étude et ne constituent <u>pas des renseignements généraux</u> sur l'efficacité d'une technologie de remplacement. L'efficacité peut varier considérablement d'un cas à l'autre.			
<b>Sortie</b>	<i>Remarque : Les données de sortie représentent les conséquences du système de réfrigération sur le climat au cours de sa vie par rapport au HCFC-22, selon la quantité produite en un an. Des résultats supplémentaires/différents sont possibles.</i>		
	Pays		<b>Égypte</b>
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur le climat</b>		
	Liste des substances de remplacement afin de cerner celle qui aura le moins de conséquences sur le climat	[Liste triée, meilleurs = haut (% d'écart par rapport aux HCFC)]	HC-600a (-6 %) HC-290 (-2 %) HFC-134a (-1 %) HFC-407C (0 %) <b>HCFC-22</b> HFC-410A (12 %) HFC-404A (75 %)
	<b>Calcul des conséquences de la reconversion sur le climat</b>		
	<b>1<sup>er</sup> frigorigène de remplacement</b>		<b>HFC-410A</b>
	Total des conséquences indirectes (après la reconversion, données de référence)*	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	60 320
	Conséquences indirectes (au pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	8 683
	Conséquences indirectes (hors pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	54 569
	Total des conséquences indirectes	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	63 252
	<b>Total des conséquences</b>	<b>[t equiv CO<sub>2</sub>]</b>	<b>123 572</b>
	<b>2<sup>e</sup> frigorigène de remplacement</b>		<b>HC-290</b>
	Total des conséquences indirectes (après la conversion, données de référence)*	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	-372 320
	Total des conséquences indirectes (au pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	1 072
	Total des conséquences indirectes (hors pays)**	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	2 288
Total des conséquences indirectes**	[t equiv CO <sub>2</sub> ]	3 360	
<b>Total des conséquences</b>	<b>[t equiv CO<sub>2</sub>]</b>	<b>-368 960</b>	

\* Conséquences directes : Différences dans les émissions liées à la substance entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC.

\*\* Conséquences indirectes : Différence dans les conséquences entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC, en ce qui a trait aux émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie lors de la production d'électricité.

### Résultats des calculs : Modèle de réfrigération

8. Le premier exemple choisi porte sur le secteur des réfrigérateurs commerciaux et une entreprise fictive au Nigéria. Il s'agit d'une petite entreprise qui fabrique environ 30 appareils par jour, par exemple des réfrigérateurs coffres pour les boissons gazeuses. Une deuxième entreprise fictive, située en Egypte, fabrique 300 000 climatiseurs par année.

9. Le modèle calcule la consommation d'énergie des cycles de réfrigération de manière assez détaillée. Il détermine d'abord certaines caractéristiques, telles que la taille de l'échangeur de chaleur et du compresseur aux fins d'utilisation du HCFC, au moment de la conception, choisies par le pays. Les échangeurs de chaleur utilisés avec les substances de remplacement demeurent inchangés, alors que la taille des compresseurs change selon la technologie utilisée et la conception, et un calcul est effectué afin de déterminer la consommation d'énergie. La consommation est convertie en consommation de CO<sub>2</sub> au moyen d'un facteur de conversion de kWh/CO<sub>2</sub> propre à l'électricité du pays. Le régime climatique mondial moyen et le facteur de conversion kWh/CO<sub>2</sub> sont utilisés pour la part des exportations dans le calcul des conséquences de la reconversion. Les résultats, multipliés par le nombre d'appareils qui restent au pays ou sont exportés, donnent les conséquences indirectes sur le climat.

10. Les conséquences sur le climat ne varient pas de façon draconienne d'une solution à l'autre. Le HC-600a est un choix improbable pour cette application pour des raisons purement techniques, au même titre que le HFC-404A. Le modèle a pour but d'inciter le fabricant à examiner d'abord le HC-290 (propane) comme substance de remplacement. Après avoir tenu compte de plusieurs facteurs, tels que l'accès aux composantes et le niveau de difficulté à satisfaire aux normes de sécurité de l'équipement, le fabricant et l'agence d'exécution pourraient choisir ce frigorigène ou passer au frigorigène suivant, etc. Dans les faits, le choix de la technologie de remplacement ne suivra pas cette démarche idéale. Le Comité exécutif pourrait toutefois offrir des mesures pour encourager le respect de cette démarche en imposant des obligations de produire des documents de plus en plus pointues selon la position qu'occupe la technologie de remplacement choisie sur la liste.

11. Bien que la liste ci-dessus ait offert des données quantitatives à l'issue d'une comparaison avec les données sur les HCFC, les conséquences sur le climat sont calculées en fonction d'un échelon par rapport au statu quo. Dans l'exemple fourni, le HFC-407C consomme plus d'énergie que le HFC-134a. La différence est relativement faible, mais comme les résultats ne révèlent que la différence par rapport au HCFC-22, cette différence semble considérable. Cependant, l'examen de la « Liste des substances de remplacement ayant pour but de cerner la solution ayant le moins de conséquences sur le climat » ci-dessus révèle que le HFC-134a et le HFC-407C proposent tous les deux une bande passante de  $\pm 3$  pour cent pour la technologie actuelle, c'est-à-dire le HCFC-22. Une bande passante de 3 pour cent se situe tout juste au-dessus du niveau négligeable.

12. Le cas du fabricant de climatiseurs en Egypte donne des résultats plus surprenants. La liste révèle des différences très importantes entre les différentes technologies de remplacement. Ces différences s'expliquent par le régime climatique de l'Egypte, un pays au climat largement méditerranéen où la durée de fonctionnement annuelle des climatiseurs est moyenne. Par conséquent, la consommation d'énergie n'a que de faibles conséquences sur le climat, et ce sont les conséquences directes du frigorigène qui représentent le facteur déterminant. La prise en compte de la part des exportations atténue quelque peu le calcul des conséquences sur le climat, qui révèle un nombre accru d'heures par année lorsque la température est plus élevée.

MODELE DES MOUSSES : EXEMPLE 1

<b>Entrée</b>	<b>Généralités</b>	
	Pays	[-] <b>Pakistan</b>
	Données sur l'entreprise (nom, lieu)	[-] <b>Model A Inc., Islamabad</b>
	Type de système	[liste] Isolation générale
	<b>Renseignements généraux sur les mousses</b>	
	HCFC à remplacer	[-] HCFC-141b
	Type de produit	[-] Articles isolants
	Quantité de mousse par appareil	[m3] 0,0235
	Nombre d'appareils	[-] 1 000 000
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur l'environnement</b>	
	Part des exportations (tous les pays)	[%] 0
	<b>Calcul des conséquences sur le climat</b>	
	Agent de gonflage de remplacement (plus d'un choix possible)	[liste] CO2, HFC-245fa red
	Lorsqu'une mise à niveau technique est souhaitée :	
	Changement dans la densité	[kg/w3]
	Dans l'espace isolé	[° C]
	Épaisseur de l'isolant actuel	[mm]
	Épaisseur du nouvel isolant	[mm]

**REMARQUE**

Toutes les données sont propres au cas à l'étude et ne constituent pas des renseignements génériques sur l'efficacité d'une technologie de remplacement. L'efficacité peut varier considérablement d'un cas à l'autre.

<b>Sortie</b>	Pays	<b>Pakistan</b>	
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur le climat</b>		
	Liste des substances de remplacement afin de cerner celle qui aura le moins de conséquences sur le climat	[Liste triée selon le % d'écart par rapport aux données de référence]	CO2 (-100 %) Pentane (-99 %) HFC-245fa red (-19 %) <b>HCFC-141b</b>
	<b>Calcul des conséquences de la reconversion sur le climat</b>		
	<b>1<sup>er</sup> agent de gonflage de remplacement</b>		CO2
	Total des conséquences indirectes (après la reconversion, données de référence)*	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	-4 534
	Conséquences indirectes (au pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	Conséquences indirectes (hors pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	Total des conséquences indirectes**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	<b>Total des conséquences</b>	<b>[kg équiv CO<sub>2</sub>]</b>	<b>-4 534</b>
	<b>2<sup>e</sup> agent de gonflage de remplacement</b>		HFC-245
	Total des conséquences indirectes (après la reconversion, données de référence)*	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	-858
	Total des conséquences indirectes (au pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	Total des conséquences indirectes (hors pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	Total des conséquences indirectes**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ]	s.o.
	<b>Total des conséquences</b>	<b>[kg équiv CO<sub>2</sub>]</b>	<b>-858</b>

\* Conséquences directes : Différences dans les émissions liées à la substance entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC.

\*\* Conséquences indirectes : Différence dans les conséquences entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC, en ce qui a trait aux émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie lors de la production d'électricité.

**MODELE DES MOUSSES : EXEMPLE 2**

<b>Entrée</b>	<b>Généralités</b>	
	Pays	[-] Chili
	Données sur l'entreprise (nom, lieu)	[-] <b>Model B Inc., Santiago</b>
	Type de système	[liste] Réfrigérateurs
	<b>Renseignements généraux sur les mousses</b>	
	HCFC à remplacer	[-] HCFC-141b
	Type de produit	[-] Réfrigérateur
	Quantité de mousse par appareil	[m3] 0,133
	Nombre d'appareils	[-] 300 000
	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur l'environnement</b>	
	Part des exportations (tous les pays)	[%] 0
	<b>Calcul des conséquences sur le climat</b>	
	Agent de gonflage de remplacement (plus d'un choix possible)	[liste] HFC-245fa red, CO <sub>2</sub>
	Lorsqu'une mise à niveau technique est souhaitée :	
	Changement dans la densité	[kg/w3]
	Dans l'espace isolé	[° C]
	Épaisseur de l'isolant actuel	[mm]
	Épaisseur du nouvel isolant	[mm]

**REMARQUE**

Toutes les données sont propres au cas à l'étude et ne constituent pas des renseignements génériques sur l'efficacité d'une technologie de remplacement. L'efficacité peut varier considérablement d'un cas à l'autre.

<b>Sortie</b>	<b>Choix des technologies de remplacement ayant le moins de conséquences sur le climat</b>	
	Liste des substances de remplacement afin de cerner celle qui aura le moins de conséquences sur le climat	[Liste triée selon le % d'écart par rapport aux données de référence] Pentane (-52%) HFC-245fa red (-12 %) CO <sub>2</sub> (-35 %) <b>HCFC-141b</b>
	<b>Calcul des conséquences de la reconversion sur le climat</b>	
	<b>1<sup>er</sup> agent de gonflage de remplacement</b>	
	Total des conséquences indirectes (après la reconversion, données de référence)*	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] -9 620
	Conséquences indirectes (au pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] -1 426
	Conséquences indirectes (hors pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] 0
	Total des conséquences indirectes**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] -1 426
	<b>Total des conséquences</b>	<b>[kg équiv CO<sub>2</sub>] -11 046</b>
	<b>2<sup>e</sup> agent de gonflage de remplacement</b>	
	Total des conséquences indirectes (après la conversion, données de référence)*	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] -50 837
	Total des conséquences indirectes (au pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] 17 099
	Total des conséquences indirectes (hors pays)**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] 0
	Total des conséquences indirectes**	[kg équiv CO <sub>2</sub> ] 17 099
	<b>Total des conséquences</b>	<b>[kg équiv CO<sub>2</sub>] -33 738</b>

\* Conséquences directes : Différences dans les émissions liées à la substance entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC.

\*\* Conséquences indirectes : Différence dans les conséquences entre la technologie de remplacement et la technologie à base de HCFC, en ce qui a trait aux émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie lors de la production d'électricité.

### Résultats du calcul : Modèle des mousses

13. Le premier exemple choisi porte sur l'isolant général dans une entreprise fictive du Pakistan qui fabrique un million d'articles isolants par année, plus particulièrement des glacières. La deuxième entreprise, située au Chili, fabrique 300 000 réfrigérateurs par année dotés d'un isolant mousse gonflé au HCFC-141b.

14. Le modèle des mousses ressemble beaucoup au modèle de la réfrigération. Les données d'entrée requises sont sensiblement les mêmes. Le calcul des conséquences sur le climat distingue les cas les uns des autres, mais surtout, il tient compte des émissions liées à l'énergie dans certains cas et non dans d'autres. Bien que la mousse de polyuréthane soit couramment utilisée comme isolant, la façon d'utiliser la mousse, ainsi que la nécessité de calculer les répercussions sur la consommation d'énergie ne sont pas toujours clairement établies, notamment dans le cas des articles isolants du premier exemple. La mousse est utilisée comme isolant, mais le fait que la glacière possède une valeur isolante un peu plus ou un peu moins élevée n'aura pas de répercussions sur la consommation d'énergie. Dans d'autres cas, cette caractéristique entraînerait un changement dans la consommation d'énergie, mais le nombre de paramètres possibles, par exemple la source d'énergie, les autres rendements, rendraient la détermination de la valeur de la consommation d'énergie presque impossible dans un modèle théorique comme celui-ci.

15. Dans le cas des articles isolants, les conséquences sur le climat se limitent à un calcul du potentiel de réchauffement de la planète, où la valeur que représentent les différentes quantités d'agents de gonflage contenues dans l'équipement est multipliée par le potentiel de réchauffement de la planète de la technologie choisie. Ce résultat est ensuite comparé aux valeurs pour les HCFC. Dans le cas des réfrigérateurs, le modèle des mousses se fonde sur le modèle de réfrigération pour calculer la consommation d'énergie pour les différents agents de gonflage de la mousse, ce qui crée un volet énergétique des conséquences sur le climat.

16. La comparaison des deux technologies d'agent de gonflage de la mousse pour le calcul des conséquences sur le climat de l'usine de réfrigérateurs du Chili révèle que la consommation d'énergie a très peu de conséquences sur le climat dans ce pays au climat relativement modéré ayant un faible taux d'émission de CO<sub>2</sub> par kWh d'électricité produit. L'agent de gonflage de la mousse devient donc le facteur dominant des conséquences sur le climat, et l'utilisation du CO<sub>2</sub> comme agent de gonflage demeure la solution la plus écologique, malgré le faible niveau d'efficacité énergétique de l'appareil.

-----