



Etape suivante : Stratégie de réduction des HFC

Contexte : Un des aspects importants de l'Amendement de Kigali réside dans la faculté laissée à chaque pays d'envisager sa propre stratégie optimale de réduction. De nombreuses questions doivent être prises en compte afin de concevoir une bonne stratégie. On doit déterminer :

- Comment la consommation actuelle de HCFC¹ et HFC est répartie entre les différents secteurs du marché ;
- Comment ces marchés peuvent se développer selon un scénario de continuité, en tenant compte de certains facteurs comme les plans d'élimination des HCFC et la croissance économique ;
- Quels types de mesures peuvent être prises pour réduire la consommation de HFC dans le futur ;
- Quels fluides et quelles technologies doivent être adoptés pour atteindre les objectifs de réduction ;
- Quels secteurs du marché ont le plus grand potentiel de rentabilité dans l'évolution nécessaire ;
- Quelles parties prenantes du secteur doivent apporter leur contribution à l'élaboration de la stratégie ;
- De quel soutien les parties prenantes du secteur vont avoir besoin (ex : amélioration de la formation)
- Quelle est la meilleure manière de prioriser les mesures à prendre au cours des années à venir.

Cette Fiche info fait un tour d'horizon des mesures qui peuvent être prises pour élaborer une stratégie nationale de réduction progressive des HFC.

Etape 1 : comprendre la consommation La première chose à faire est de comprendre les besoins actuels en HCFC et HFC et de dresser un tableau de l'évolution de la consommation telle qu'elle pourrait se produire au cours des dix années à venir s'il n'y avait pas l'Amendement de Kigali, soit la projection d'un scénario de continuité. Pour ce faire, il faut construire **un modèle de la consommation nationale de HCFC et HFC**. Plus on peut faire entrer de détails dans cette modélisation, plus facile est l'analyse sur laquelle peut s'appuyer l'élaboration de la meilleure stratégie de réduction. Le modèle national de consommation de HCFC et HFC doit s'appuyer sur deux types de données :

1) Analyse descendante (« top-down ») de la consommation globale de HCFC et HFC. Pour les HCFC le processus est simple – les données sont déjà transmises annuellement au Secrétariat de l'ozone. Ces données doivent être disponibles pour chaque type de HCFC sur une période de plusieurs années. Des données du même ordre devront être collectées et transmises pour les HFC selon les termes de l'Amendement de Kigali – bien qu'à ce stade, de nombreux pays ne disposent que de peu de données de l'historique des HFC.

2) Analyse ascendante (« bottom-up ») des secteurs et sous-secteurs clés du marché. Cette approche descendante a un grand intérêt mais ne suffit pas à comprendre en détails de quelle façon la consommation est répartie entre les différents secteurs et sous-secteurs du marché. La **fiche info Kigali n°2** présente une vue d'ensemble de la combinaison complexe de secteurs de marché qui font usage des HCFC et HFC. On y découvre que les options techniques utilisant les alternatives à faible PRG peuvent varier de manière significative d'un sous-secteur de marché à un autre. Une approche ascendante implique que le marché soit divisé en sous-secteurs pertinents. Chaque sous-secteur est modélisé en fonction du type d'équipement utilisé et du cycle de vie particulier des différents produits. Voir l'exemple dans l'encadré n°1.

Les données collectées dans un modèle ascendant peuvent être « calibrées » en regard des données de l'approche

1 : Modèle d'analyse ascendante de la climatisation automobile

En 2015 un pays A5 imaginaire avait 0,5 million de voitures équipées de la climatisation. Ce marché s'est développé rapidement, partant de 0,2 million en 2005, et devrait atteindre 1 million vers 2025. Chaque voiture peut être représentée par une voiture "standard" avec une climatisation type :

- Fluide utilisé : 0,7 kg HFC-134a
- Taux de fuite annuel moyen : 8%
- Durée de vie moyenne : 10 ans

A partir de ces informations, on peut construire un modèle bottom-up pour obtenir des informations comme :

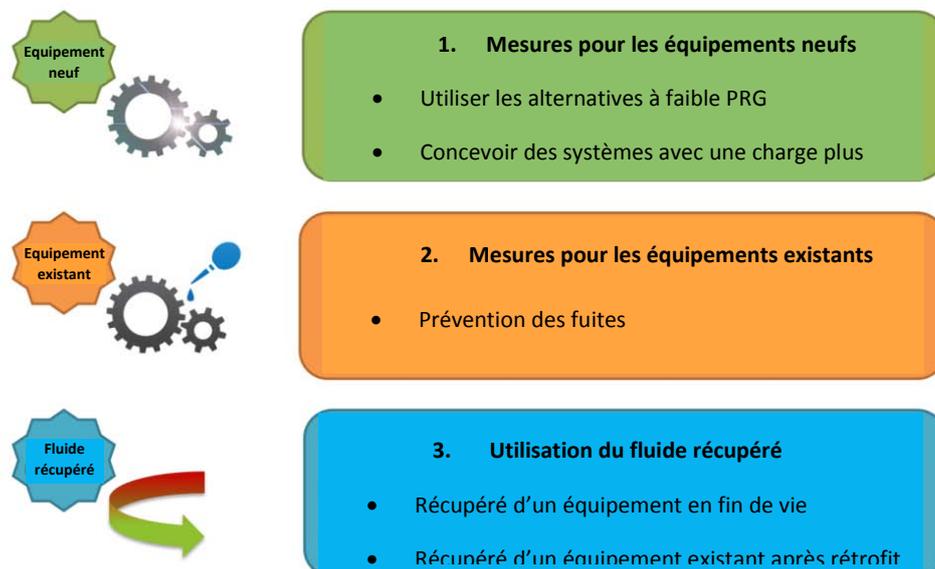
- a) La quantité totale de HFC en circulation dans l'ensemble des voitures
- b) La quantité de HFC utilisée annuellement pour la construction de voitures neuves
- c) La quantité de HFC utilisée annuellement pour l'entretien des appareils
- d) Les émissions de HFC découlant de l'utilisation des voitures et en fin de vie

¹ Voir la Fiche info **Kigali n°14** pour un glossaire de tous les sigles et acronymes utilisés

descendante pour confirmer les hypothèses émises (ex : taux de fuite annuels) sont raisonnables. Quand un modèle de ce type a été créé, il peut se révéler un outil puissant dans l'analyse des options futures.

Etape 2 : Comprendre les "mesures clés"

Il existe un certain nombre de façons différentes de réduire la consommation future de HFC. Il faut les considérer comme un ensemble de mesures clés à envisager pour chacun des sous-secteurs du marché.



La mesure clé la plus importante à long terme est d'adopter des réfrigérants à faible PRG comme alternatives aux HFC pour tous les nouveaux équipements. Par exemple, si l'installation frigorifique d'un supermarché utilise un fluide frigorigène à PRG ultra faible comme le CO₂ (PRG=1) on obtient une grosse réduction de l'usage de HFC en comparaison avec un système utilisant le très répandu HFC, R-404A (PRG=3 922).

Cependant, d'autres mesures clés, comme une politique de prévention des fuites, sont à envisager car elles peuvent se montrer très efficaces à moindre coût pour réduire la quantité de HFC utilisée, en particulier pendant les premières phases du processus de réduction. Les mesures clés les plus adaptées peuvent varier selon le secteur du marché des HFC considéré. Par exemple :

- Dans les secteurs de marché qui connaissent de fort taux de fuite et dont les équipements ont une longue durée de vie (ex : le froid industriel et les grosses installations de froid commercial) il est important de prévoir des mesures qui s'appliquent aux équipements existants, comme la prévention des fuites et la conversion des installations en rétrofit.
- Dans les secteurs de marché qui utilisent des appareils scellés de petite taille (réfrigérateurs domestiques, vitrines réfrigérées autonomes, etc.) il n'y a aucun intérêt à modifier les équipements existants. Pour ces secteurs la priorité est d'introduire les nouveaux fluides à faible PRG aussi tôt que possible.

Etape 3 : Elaboration de scénarios sur la consommation future

Le modèle national de consommation des HCFC et HFC peut être utilisé comme base pour élaborer des scénarios qui prévoient les besoins futurs du pays en HFC. Les hypothèses de départ pour chaque sous-secteur du marché peuvent être modifiées afin de prédire la future demande en HFC de ce secteur. Par exemple, si le marché de la climatisation automobile abandonne le HFC-134a et se convertit à un substitut à PRG ultra-faible, la demande de HFC-134a va s'effondrer, dans un premier temps sur le marché du neuf puis, après une certaine période, sur le marché de l'entretien. La combinaison des projections faites pour tous les secteurs du marché peut alors être comparée aux seuils de chaque phase de la réduction progressive de HFC prévue par l'amendement de Kigali.

Pour chaque scénario on pourra voir :

- a) Si les objectifs de l'amendement de Kigali sont en passe d'être atteints.
- b) La part de réduction de consommation de HFC apportée par chaque secteur du marché et par les différentes mesures clés.



Ces informations constituent un outil puissant à la disposition des décideurs, leur permettant d'identifier les différentes voies pouvant permettre d'arriver aux objectifs de réduction assignés, et de définir la façon la plus pratique et la plus économique d'assigner des priorités dans le cadre des politiques futures.

2 : Modélisation de scénarios pour la climatisation automobile

En utilisant des données telles que celles qui figurant dans l'encadré n°1, le modèle national de consommation de HCFC et HFC peut indiquer quelle est la demande annuelle en HFC-134a pour la climatisation automobile, à la fois pour charger les équipements des voitures neuves et pour faire une recharge pour compenser les fuites sur les voitures déjà en circulation. Le modèle peut servir à prévoir la consommation future en utilisant différents scénarios. Dans cet exemple, trois scénarios ont été définis et sont utilisés pour calculer la demande en HFC.

Solution de continuité : toutes les nouvelles voitures continuent d'utiliser du HFC-134a.

Scénario de réduction n°1 : sur une période de 7 ans débutant en 2026, les climatiseurs installés dans les voitures neuves passent du HFC-134a à un fluide alternatif, non-HFC à PRG ultra-faible (ex : HFO-1234yf). Le scénario n°1 représente une stratégie de réduction qu'on peut qualifier de prudente, avec un début tardif et une conversion lente.

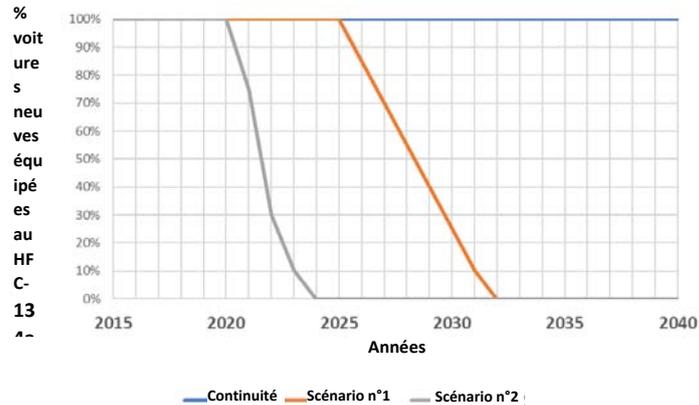
Scénario de réduction n°2 : sur une période de 5 ans débutant en 2020, les climatiseurs installés dans les voitures neuves passent du HFC-134a à une alternative non-HFC. Le scénario n°2 est plus agressif, avec un début plus précoce et une conversion plus rapide.

Le premier graphique ci-dessous illustre la conversion concernant les voitures neuves (abandon du HFC-134a) pour chacun des trois options. A partir des postulats de ces scénarios, le second graphique montre les résultats déduits du modèle : La demande annuelle de HFC, exprimée en tonnes eq.CO₂ (voir la [Fiche info Kigali n°3](#) pour plus d'informations sur le PRG et les tonnes eq.CO₂).

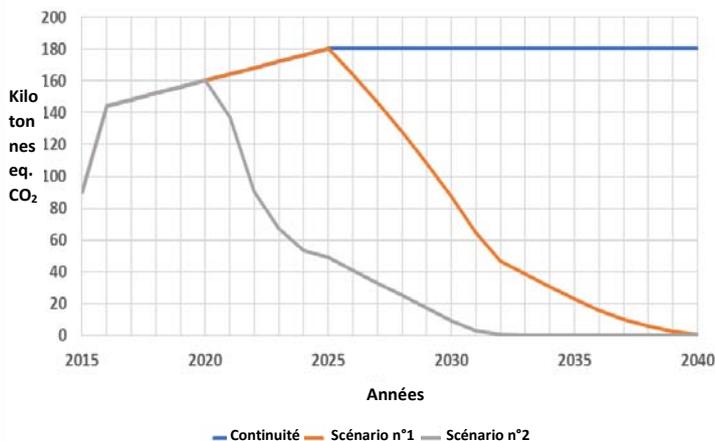
Les bénéfices d'une conversion précoce à un fluide de substitution à faible PRG sont évidents dans le second graphique. Au cours de la période se terminant en 2040, le scénario n°2 fait économiser environ 3 millions de tonnes eq.CO₂ alors que le scénario n°1 ne fait économiser que 1,8 million de tonnes eq.CO₂.

Il est intéressant de noter que la consommation de HFC-134a se maintient pendant 10 ans après l'abandon du HFC-134a dans les voitures neuves – cela s'explique par le fait que de nombreuses voitures en circulation doivent être entretenues, et rechargées en HFC-134a pour compenser les fuites.

Usage du HFC-134a pour la climatisation des voitures neuves



Consommation totale de HFC pour la climatisation automobile, en kt eq.CO₂

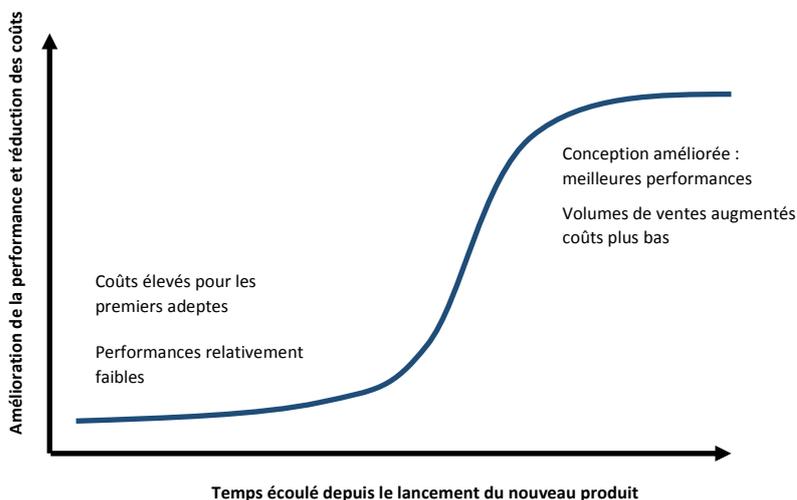


La modélisation de scénarios offre des perspectives d'une grande portée sur l'usage des HFC et de leurs alternatives. Pour chaque secteur et sous-secteur du marché, on peut faire varier les hypothèses de travail, comme la date à laquelle les gaz à faible PRG sont introduits. Toutes les mesures clés peuvent être modélisées, comme la réduction des fuites ou la conversion par rétrofit des équipements existants ainsi que l'adoption des fluides de substitutions à faible PRG dans les équipements neufs. Toute une panoplie de scénarios différents peuvent être testés, permettant ainsi d'identifier les mesures qui auront l'impact la plus favorable. Les Bureaux nationaux de l'Ozone trouveront auprès de l'équipe ActionOzone d'ONU Environnement une aide complémentaire sur la modélisation de scénarios.

Etape 4 : Prise en considération de toutes les options techniques et des calendriers

En lien direct avec le point 3 (élaboration de scénarios sur la consommation future) il est nécessaire d'examiner les diverses options techniques possibles pour chaque secteur du marché. La Fiche info Kigali n°4 donne une vue d'ensemble des nombreuses options techniques existantes pour les équipements neufs. D'autres mesures clés doivent aussi être envisagées dans certains secteurs (ex : la prévention des fuites pour le froid industriel et commercial) Les particularités propres à chaque pays doivent être prises en compte, comme la question de la disponibilité des produits alternatifs à PRG faible ou l'adéquation de la formation des personnels.

Le choix d'un calendrier approprié est une question importante et ce choix va avoir une influence sur l'impact environnemental et sur le coût. L'analyse présentée dans l'encadré n°2 montre, dans le cadre d'un pays imaginaire, les avantages d'un démarrage précoce du processus de réduction. Néanmoins, il faut aussi prendre en compte l'impact potentiel du coût d'un démarrage trop précoce. Le diagramme ci-contre illustre typiquement la courbe de maturité d'un produit ou d'un équipement. Les premiers adeptes paient plus cher n'obtiennent pas forcément des performances optimales. Avec l'arrivée à maturité du produit, les prix baissent et la performance augmente. La grande majorité des coûts liés à une adoption



précoce sont absorbés par les pays non-Article 5. Vers le début des années 2020 il y aura beaucoup de nouveaux produits utilisant les fluides alternatifs à faible PRG qui auront atteint leur maturité en termes de coûts et de performances. Le marché de la climatisation automobile en est un bon exemple. La réglementation européenne oblige depuis janvier 2017 toutes les voitures neuves vendues dans l'UE doivent utiliser un fluide alternatif à faible PRG. Les coûts sont encore élevés, mais d'ici trois à cinq ans, ils auront probablement baissé de façon significative.

Il est à noter qu'un démarrage « tardif » du processus de réduction est susceptible de créer des surcoûts par rapport un démarrage « optimum ». La majorité des innovations créées par les fabricants seront appliquée directement dans les nouveaux produits et équipements, fonctionnant avec les fluides alternatifs à PRG faible. Des améliorations comme une meilleure efficacité énergétique seront faites sur ces produits récents, alors que les produits plus anciens fonctionnant avec des fluides à PRG élevé n'en profiteront pas, entraînant une hausse des coûts d'exploitation et un impact environnemental aggravé.

Etape 5 : Contribution des parties prenantes

Les Bureaux nationaux de l'Ozone doivent être attentifs lorsqu'ils engagent une coopération avec les parties prenantes. C'est processus bidirectionnel.

- **Soutien apporté par les parties prenantes** : certains intervenants peuvent apporter une grande contribution à l'élaboration de la stratégie par l'apport de leur connaissance des marchés de l'intérieur et des avis sur les meilleures options techniques et les calendriers.
- **Soutien apporté aux parties prenantes** : d'autres intervenants auront besoin d'être aidés pour comprendre les nouveaux produits et les technologies qui leur sont associées. En particulier il peut se présenter un besoin d'aide à la formation et à la mise en place d'une nouvelle infrastructure (ex : la capacité, au niveau national, de récupérer et recycler les fluides frigorigènes provenant du démantèlement des équipements en fin de vie).

La Fiche info Kigali n°8 apporte de plus amples détails sur l'implication des parties prenantes.

Etape 6 : Révision de la stratégie

La stratégie doit être revue et actualisée régulièrement. La disponibilité des fluides alternatifs à PRG faible fluctue rapidement. De nouveaux produits de substitution sont commercialisés par les fabricants d'équipements. La disponibilité géographique des fluides à PRG faible et des équipements associés fluctue rapidement elle aussi. A l'heure actuelle l'effort se concentre sur la fourniture aux pays qui ont les calendriers de réduction des HFC les plus exigeants – en particulier l'Union Européenne. Néanmoins, avec l'amendement de Kigali en application, les choses risquent de changer rapidement et les pays Article 5 peuvent espérer que l'accès aux technologies liées aux fluides à PRG faible va s'améliorer rapidement. La stratégie nationale devrait être réévaluée annuellement pour juger si des modifications sont nécessaires.