

Méthodologie spécifique pour les projets de Réduction des émissions de HFC par substitution de fluide et/ou changement d’installation frigorifique dans le froid commercial, agroalimentaire et les patinoires

0. Contexte.....	2
1. Applicabilité.....	7
2. Périmètre du projet	9
3. Sélection du scénario de référence	9
4. Additionnalité	11
5. Réductions d’émissions.....	12
6. Suivi.....	13
Annexe 1 – Approche quantitative pour déterminer l’additionnalité des projets de changement de charge dans le froid commercial.	18
Annexe 2 – Calcul des PRG de référence	20
Annexe 3 – Exemples d’application de la méthodologie.....	23

Méthodologie spécifique pour les projets de Réduction des émissions de HFC par substitution de fluide et/ou changement d'installation frigorifique dans le froid commercial, agroalimentaire et les patinoires

Secteur	Commerces
Projets types	Dans les installations de froid commercial nouvelles ou existantes : - Substitution de fluides HFC afin de réduire le PRG du fluide utilisé - Passage d'un système à détente directe à un système à frigoporteur

0. Contexte

0.1 Introduction et réglementation

Les chlorofluorocarbures (CFC), les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et les hydrofluorocarbures (HFC) sont les trois principales substances utilisées sous forme de fluides frigorigènes dans les installations frigorifiques des secteurs commerciaux (hypermarchés, supermarchés, commerces de proximité), de l'industrie agro-alimentaire et des patinoires. L'utilisation de telles installations génère des fuites, dues à la mauvaise étanchéité des éléments contenant les fluides, à de mauvaises manipulations et à des accidents.

Les trois catégories de fluides utilisés (CFC, HCFC, HFC) sont des gaz à effet de serre à fort potentiel de réchauffement global (PRG), le PRG étant l'unité de mesure qui permet de comparer le pouvoir de réchauffement d'un gaz à celui du CO₂ (voir Tableau 1).

De plus, les CFC et HCFC sont des substances qui appauvrissent la couche d'ozone stratosphérique. Le protocole de Montréal est entré en vigueur en 1989 afin de protéger la couche d'ozone. Il fixe pour cela des calendriers d'arrêt progressif de la production et de la consommation des CFC et des HCFC. Les pays développés ont gelé leur consommation de HCFC au 1^{er} janvier 1996 et ils doivent réduire leur production depuis 2004, de façon à ce que les HCFC soient complètement éliminés d'ici le 1^{er} janvier 2030. Les pays en voie de développement doivent cesser la consommation de HCFC en 2040.

L'Europe a décidé unilatéralement de l'arrêt d'utilisation des HCFC neufs pour la maintenance des équipements en 2010 et de l'arrêt d'utilisation de tous les HCFC en 2015 (règlement européen n°2037/2000, voir Figure 1 - Calendrier d'arrêt de l'utilisation des HCFC fixé par le règlement européen 2037/2000.). La Figure 2 résume les principales réglementations et leurs effets sur les utilisations des fluides frigorigènes.

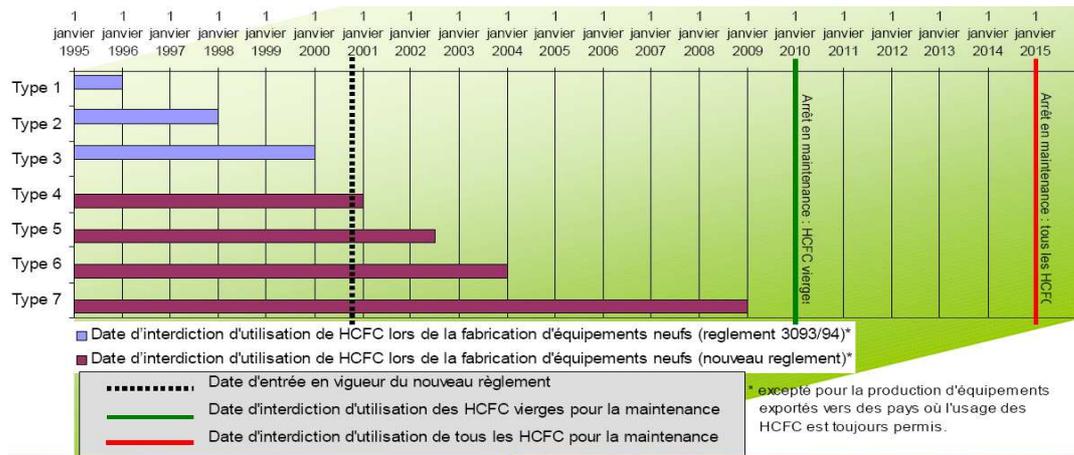


Figure 1 - Calendrier d'arrêt de l'utilisation des HCFC fixé par le règlement européen 2037/2000.

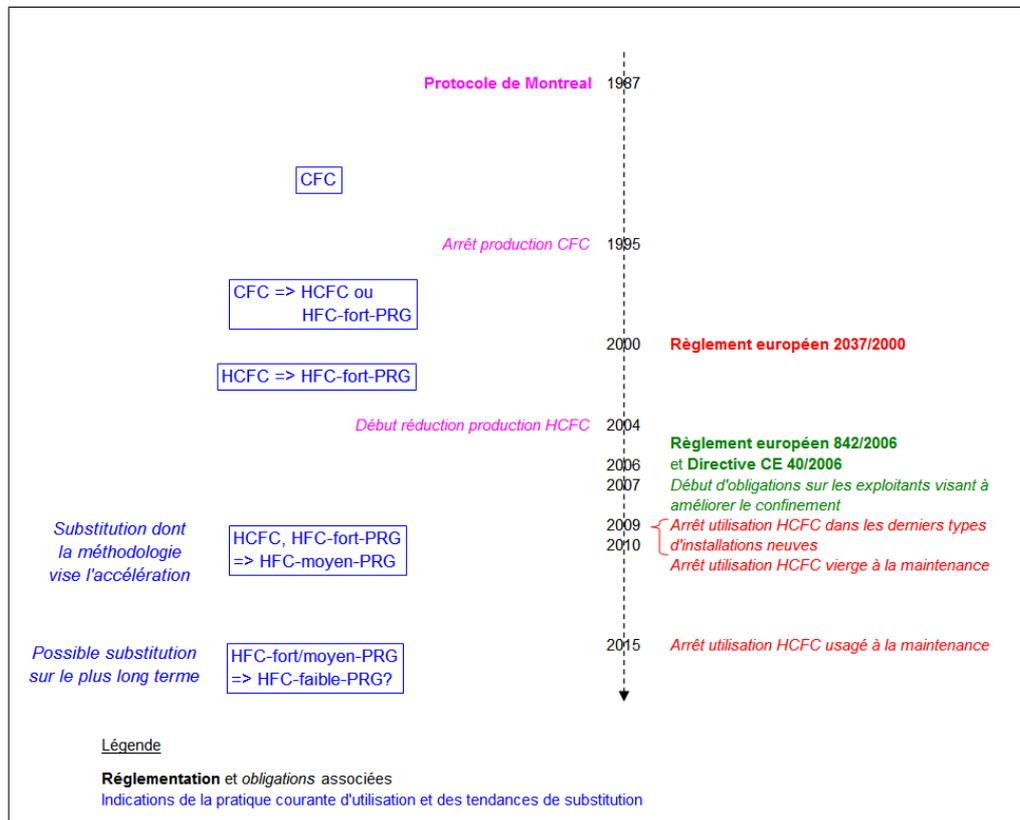


Figure 2 - Résumé des principales réglementations et de leurs effets sur la pratique d'utilisation des fluides réfrigérants CFC, HCFC et HFC en France
 Source : Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris (2006)

0.2 Pratique courante

Dans le froid commercial, les années 1990 ont vu en réponse à la réglementation introduite la substitution des CFC soit par des HCFC, principalement le R-22, soit directement par des HFC à fort PRG, principalement le R-404A (PRG de 3260). Depuis la fin des années 2000, la tendance est de substituer les HCFC par des HFC à fort PRG dans les installations existantes, et de construire des nouvelles installations utilisant des HFC à fort PRG (voir Figure 2). Le PRG de ces HFC, le plus utilisé étant le R-404A, est plus élevé que celui des HCFC précédemment utilisés, ce qui résulte en une augmentation du PRG moyen (voir Tableau 1).

Dans le froid agroalimentaire et les patinoires, la situation est similaire, avec les différences suivantes :

- Le fluide à fort PRG principalement utilisé dans les patinoires est le R-507A et non le R-404A. De plus, certaines patinoires utilisent déjà des fluides au moyen PRG (R-134a)
- Les deux secteurs utilisent de l'ammoniac (NH3). Généralement, l'utilisation d'ammoniac est dictée par les circonstances de l'installation et la décision d'introduire ou de supprimer de l'ammoniac ne peut pas être changée pour des raisons de diminution des émissions de gaz à effet de serre.

Type	Nom	Formule (proportion de chaque composant)	PRG		Demande en fluides frigorigènes en 2004			
			Réel	Kyoto	Commercial		Agroalim.	Patinoires
					Neuf	Retrofit	Neuf	Neuf ou reconversion
CFC	R-12		(8100)	0		0.1%		
	R-502	R-22/115 (48.8/51.2)	(5500)					
	R-11		(3800)					
HCFC	R-408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	(2650)	0		7%		
	R-22		(1500)					
	R-401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	(970)					
	R-123		(90)					
HFC actuels	R-507A	R-125/143a (50/50)	3300		12%	5%	40-60% (selon le sous-secteur)	50%
	R-404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	3260					
	R-422A	R-125/134a/600a (85.1/11.5/3.4)	2535					
	R-422D	R-125/134a/600a (65.1/31.5/3.4)	2235					
	R-417A	R-125/134a/600 (46.6/50/3.4)	1955					
	R-427A	R-32/125/143a/134a (15/25/10/50)	1830					
	R-410A	R-32/125 (50/50)	1730					
	R-407C	R-32/125/134a (23/25/52)	1525					
	R-134a		1300					
HFC futurs	BLD4		1500					
	BLD3		800					
	DP1		40					
HC	R-600a		(20)	0				
CO2	R-744		1					
NH3	R-717		0				40-60% (selon le sous-secteur)	20%

Source : Centre d'Energétique de l'Ecole des Mines de Paris (2006) Inventaires des fluides frigorigènes et de leurs émissions - Année 2004

Document I
Tableau A.1

Doc I Doc I Doc II Doc II
Tab 3.1 Tab 3.2 Tab 4.2 Fig 4.2

Notes :

- Les mélanges BLD 3 et BLD 4 sont des mélanges hypothétiques utilisés pour des scénarios.
- Les PRG sont ceux du "Second Assessment report" du GIEC (utilisés pour l'inventaire national)

Tableau 1 - PRG des principaux fluides frigorigènes utilisés dans le froid commercial, et répartition de la demande de ces fluides en 2004.

0.3 Projets visés par la méthodologie

Pour limiter les émissions de HFC, fluides qui sont visés (contrairement aux CFC et HCFC) par le protocole de Kyoto entré en vigueur en 2005, deux principaux types de mesure peuvent être prises :

1. Limiter le taux de fuites. C'est l'objet du règlement (CE) n°842/2006 qui vise à généraliser les contrôles d'étanchéité des circuits frigorifiques utilisant comme fluide frigorigène des .
2. Diminuer :
 - a) le PRG des fluides utilisés et/ou
 - b) la charge de fluide de chaque installation.

Ces deux sous-mesures ne sont pas couvertes par la réglementation actuelle en France et font l'objet de cette méthodologie.

a) Projets de substitution vers des fluides à plus faible pouvoir de réchauffement global (PRG)

Lors de la construction d'une nouvelle installation ou de la conversion d'une installation existante (retrofit), plusieurs fluides peuvent être utilisés. Ainsi, au lieu d'utiliser des fluides au PRG élevé (ex : R404A, R507A), il est souvent possible d'utiliser d'autres fluides au PRG moins élevé (ex : R417A, R422A, R407C). Ces derniers fluides ont généralement tendance à être plus faciles d'utilisation mais plus chers que les HFC à fort PRG. Leur commercialisation est limitée en amont par la nécessité d'investir dans des modifications de chaînes de production de HFC et en aval par une certaine prudence des installations commerciales et agro-alimentaires à changer à nouveau de fluide dans un contexte incertain. Ces installations ont en effet déjà dû changer de fluide dans les dernières années, et auront peut-être à changer à nouveau dans le moyen terme si des HFC à très faible PRG sont mis au point.

Le scénario de référence utilisé dans cette méthodologie est la pénétration progressive de ces fluides sur le marché, tant au sein des installations existantes qu'au sein des nouvelles installations. Il est basé sur les projections de pénétration de marché faites par le Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris¹. Ces projections dépendent du secteur considéré et du type d'équipement (équipement neuf ou retrofit d'un équipement existant) au sein du secteur.

On en déduit ainsi une liste de PRG de référence (voir Tableau 2) qui vise à rétribuer tout projet qui va au-delà de la pratique courante en lui attribuant une quantité d'URE proportionnelle à la différence entre le PRG de référence et le PRG du fluide utilisé. Il n'est toutefois pas possible de bénéficier d'URE pour l'utilisation d'ammoniac (de PRG nul) car ce fluide est déjà pratique courante pour certains types d'installations de certains secteurs (agroalimentaire, patinoires) et que l'utilisation d'ammoniac serait probablement induit par des raisons réglementaires ou techniques plutôt que dans la perspective de bénéficier d'URE.

¹ Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris (Décembre 2006) *Inventaire des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France année 2004, Document 3 – Projections à l'horizon 2019.*

	2008	2009	2010	2011	2012	Méthode calcul
Secteur commercial - Super/hypermarché						
Nouvelle installation	2696	2476	2256	2036	1816	1
Retrofit de HCFC (ou CFC)	2535	2359	2183	2006	1830	2
Retrofit de R404A	2898	2807	2716	2626	2535	3
Secteur commercial - Groupes de condensation						
Nouvelle installation	3260	2986	2711	2437	2163	1
Retrofit de R22	2535	2460	2385	2310	2235	2
Retrofit de R401A	1955	1955	1955	1955	1955	2
Retrofit de R404A	2898	2807	2716	2626	2535	3
Patinoire						
Nouvelle installation	1777	1777	1777	1777	1777	1
Retrofit de R22	3300	2933	2565	2198	1830	2
Agroalimentaire (projets utilisant de l'ammoniac exclus)						
Nouvelle installation						
Viande, laitier, surgelés, glace	3260	2897	2534	2171	1808	1
Brasseries	3260	2961	2662	2362	2063	1
Autres IAA (installations agroalimentaires)	3260	3089	2918	2748	2577	1
Retrofit de R22	3300	3300	3300	3300	3300	2
Retrofit de R404A	2380	2160	1940	1720	1500	3

Tableau 2- PRG de référence (en tCO₂équivalent) pour chaque année entre 2008 et 2012 selon le secteur, le type d'équipement et (pour les retrofit) le fluide précédemment utilisé.

Une opération de « retrofit » correspond à la conversion d'une installation existante.

La méthode de calcul renvoie aux trois situations décrites en annexe 2, où les hypothèses et étapes de calcul de PRG sont détaillées.

b) Projets de diminution de la charge de fluide d'une installation

La diminution de la charge de fluide d'une installation peut se faire notamment par le passage d'un système « à détente directe », comportant un seul circuit frigorigène utilisant généralement un HFC au PRG fort, à un système « indirect » ou « à frigoporteur », comprenant typiquement un circuit frigorigène HFC confiné en salle des machines et un circuit frigoporteur pouvant utiliser un fluide non-HFC en magasin.

Froid commercial

Dans le froid commercial, une installation indirecte permet d'économiser en achat de fluides frigorigènes mais coûte généralement plus cher et peut provoquer une surconsommation électrique (typiquement de 0 à 30 % supplémentaires). Certaines installations indirectes ont été installées par des chaînes commerciales, avec des performances économiques mitigées ; en 2002, il y avait 101 installations indirectes en France, un nombre assez faible, bien qu'en augmentation, au vu de la quantité d'hypermarchés (1235) et de supermarchés (5787) la même année (voir Tableau 3).

3a	PARC HYPERMARCHÉS (au 31.12)	1 999	2 000	2 001	2 002
	Nombre magasins	1 155	1 185	1 197	1 235
	Surface totale (m ²)	6 623 000	6 794 000	6 909 000	7 099 000
	Surface moyenne par magasin (m ²)	5734	5589	5533	5363

3b	2 000	2 001	2 002
Systemes frigo-porteurs	82	93	101

Tableau 3 - Evolution du nombre a) de grandes surfaces commerciales et b) de systèmes frigoporteurs en France entre 2000 et 2002.

Source : Centre d'Energétique de l'Ecole des Mines de Paris (2004) *Inventaires et prévisions des émissions de fluides frigorigènes - Année 2002*, Document 2 : Données de base pour la France

Pour les projets de passage d'un système à détente directe à un système à frigoporteur (indirect) dans le froid commercial, deux procédures sont possibles pour la détermination du scénario de référence :

1. Analyse installation par installation : pour chaque installation, on compare le système indirect au système direct pour déterminer lequel est le plus intéressant d'un point de vue technique et économique en l'absence d'URE. Si le système direct est l'alternative la plus probable en l'absence d'URE (projet « additionnel »), alors le niveau de charge de cette installation est pris comme référence. Le projet peut alors bénéficier d'URE proportionnellement à la différence entre ce niveau de charge de référence pondéré par le PRG de référence (tel qu'indiqué en Tableau 2) et la charge du système indirect pondérée par le PRG du fluide frigorigène utilisé.
2. Analyse au niveau du parc d'installation d'une chaîne commerciale : on regarde la proportion historique de systèmes indirects installés. Il est alors possible de bénéficier d'URE pour le surplus d'installations de systèmes indirects du au projet.

Patinoires

La majorité des patinoires utilisent déjà des systèmes indirects et la tendance est à la reconversion pour des systèmes à frigoporteur. Les projets ne peuvent alors bénéficier d'URE que pour le passage à un fluide au PRG plus faible et non pas pour la diminution de la charge d'une installation.

Froid agroalimentaire

Dans le froid agroalimentaire, les installations indirectes sont assez répandues, avec un taux de pénétration situé entre 30% et 70% selon les sous-secteurs (certaines applications étant plus propices à l'utilisation de systèmes indirects que d'autres). Seules les diminutions de charge qui ne se feraient pas sans URE sont éligibles et une analyse de l'additionnalité installation par installation doit être effectuée.

1. Applicabilité

Cette méthodologie s'applique aux projets qui réduisent les émissions de HFC (hydrofluorocarbures) dans les installations de froid commercial, agroalimentaire² ou les patinoires par au moins l'un des deux types d' « opération » suivants :

1. Substitution d'un fluide de type HFC ou HCFC par un autre fluide (par exemple : HFC, dioxyde de carbone – à l'exclusion des CFC, HCFC et de l'ammoniac, qui ne permettent pas de bénéficier d'URE) au Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) plus faible. Deux types de situations sont possibles :

² Pour l'inventaire des émissions de HFC française, l'industrie agroalimentaire (IAA) est divisée entre les secteurs suivants : viande, produits laitiers, vin et bière, surgelés, glace hydrique pour le poisson, et autres IAA (par exemple : chocolaterie, boulangerie).

- a. Retrofit : passage d'un fluide HFC ou HCFC existant à un nouveau fluide au PRG plus faible (par exemple : passage du R-404A ou R22 au R-407C) ;
 - b. Nouvel équipement : choix de fluides au PRG faible à la place de fluides à plus fort PRG (par exemple installation d'un nouvel équipement au R422A plutôt qu'au R404A).
2. Diminution de la charge : notamment par passage d'un système à détente directe, à un seul circuit de fluide, à un système à frigoporteur, avec deux circuits de fluides (frigorigène et frigoporteur), afin de diminuer à la fois la charge en HFC et le taux de fuite de l'installation (par exemple : remplacement d'un système à détente directe utilisant exclusivement du HFC à un système à frigoporteur utilisant du HFC et du CO₂).

Un taux de fuite constant par défaut est appliqué pour chaque type d'installation, ce qui exclut les opérations visant à diminuer ce taux de fuite (par exemple par des procédures d'entretien et manipulations des fluides plus encadrées) du champ d'applicabilité de cette méthodologie.

Les projets remplaçant un fluide par de l'ammoniac (de PRG nul) ne sont pas éligibles car de tels changements sont en général induits par des raisons réglementaires ou techniques plutôt que dans la perspective de bénéficier d'URE (projets non additionnels).

« Projet » :

- Plusieurs opérations peuvent être regroupées dans un même « projet » à condition d'avoir des données de suivi relatives à chaque opération/installation (voir 6. Suivi).

« Installation » :

- Une « installation » désigne une installation de froid commercial, agroalimentaire ou de patinoire sur laquelle est effectuée l'une des deux opérations décrites précédemment.
- La méthodologie s'applique aux catégories d'installations suivantes :
 - Systèmes à détente directe ou à frigoporteur des hyper- et supermarchés, ainsi que des industries agroalimentaires et des patinoires ;
 - Groupes de condensation des commerces de proximité.Elle n'est pas applicable aux groupes hermétiques des commerces de proximité.
- La (les) installation(s) concernée(s) par le projet peuvent être existantes ou nouvelles.

« Opération initiale » :

- Dans cette méthodologie, l'« opération initiale » réfère à l'opération initiale de substitution de fluide (1. ci-dessus) et/ou de changement de l'installation (2. ci-dessus) pour une opération donnée.
- Les porteurs de projet doivent démontrer que l'opération initiale a été effectuée par des entreprises respectant la réglementation en vigueur³ et doivent préciser les quantités de fluide chargées et récupérées. Si l'opération initiale ne satisfait pas à ces exigences, le porteur de projet ne pourra bénéficier d'aucune URE pour cette opération (mais les autres opérations du projet restent éligibles). Les deux types d'opérations (substitution de fluides et changement d'installation) nécessiteront la récupération des « anciens » fluides et leur recyclage ou leur destruction, la charge des « nouveaux » et un contrôle d'étanchéité avant la mise en service de l'installation.
- Seules les opérations qui ont eu lieu après le 7 mars 2007 [date de parution de l'Arrêté du 2 mars 2007 pris pour l'application des articles 3 à 5 du décret n°2006-622 du 29 mai 2006 et relatif à l'agrément des activités de projet relevant des articles 6 et 12 du protocole de Kyoto] sont éligibles pour recevoir des URE.

³ En particulier le règlement (CE) n°842/2006 et le décret n°737-2007 du 7 mai 2007.

2. Périmètre du projet

Seules les émissions de HFC provenant des fuites des installations de froid sont prises en compte dans le projet comme dans le scénario de référence. Les émissions éventuelles de CO₂ utilisé comme fluide frigoporteur sont négligées. Les différences d'émissions de CO₂ en amont du projet, liées à une augmentation ou à une diminution éventuelles de la consommation d'électricité ne sont par ailleurs pas prises en compte dans le cadre de cette méthodologie, car ces émissions sont déjà couvertes par le plan national d'allocation des quotas.

Le périmètre géographique du projet englobe l'ensemble des installations de froid concernées par le projet – ces installations sont ajoutées dans le périmètre du projet au fur et à mesure qu'elles subissent l' « opération initiale » (la date de cette opération doit donc être consignée rigoureusement). Si un porteur de projet planifie des opérations de substitution/remplacement en plusieurs étapes, une indication de la quantité d'installations qui seront affectées sur l'ensemble du projet doit être fournie lors de la validation, mais les installations pourront être ajoutées librement dans le périmètre du projet.

Note : si l'annexe 1 est utilisée pour déterminer le scénario de référence d'un projet de passage d'un système direct à indirect dans le froid commercial, alors :

- la détermination du scénario de référence considère l'ensemble du parc d'installations du porteur de projet ; et
- la détermination des réductions d'émissions considère l'ensemble des systèmes indirects installés depuis la date de démarrage du projet.

	Source	Gaz	Inclus?	Justification / explication
Scénario de référence	Fuites de l'installation de froid commercial	CO ₂	Non	Source mineure
		CH ₄	Non	Non applicable
		N ₂ O	Non	Non applicable
		HFC (et PFC)	Oui	Principale source d'émissions
Projet	Fuites de l'installation de froid commercial	CO ₂	Non	Source mineure
		CH ₄	Non	Non applicable
		N ₂ O	Non	Non applicable
		HFC (et PFC)	Oui	Principale source d'émissions

Tableau 4 - Sources d'émissions incluses et exclues dans le périmètre de projet.

3. Sélection du scénario de référence

Pour les projets de type 1 (substitution de fluide), le scénario de référence est défini par les éléments suivants :

- Utilisation d'un fluide hypothétique de PRG égal à la valeur de référence spécifiée dans le Tableau 2 (cette valeur varie d'année en année), à sélectionner en fonction du type d'installation considéré (neuf ou retrofit) et du type de fluide utilisé précédemment (pour les projets de retrofit).
- Utilisation dudit fluide dans l'installation du projet (donc en quantité égale à la charge de l'installation du projet).

Prise en compte d'un taux de fuite de référence tel qu'indiqué dans le

- Tableau 6.

Pour les projets de type 2 (changement d'installation et éventuellement substitution de fluide), le scénario de référence est défini par les éléments suivants :

- Utilisation d'un fluide hypothétique de PRG égal à la valeur de référence spécifiée dans le Tableau 2 (cette valeur varie d'année en année), à sélectionner en fonction du type d'installation considéré (neuf ou retrofit) et du type de fluide utilisé précédemment (pour les projets de retrofit).
- Utilisation dudit fluide dans l'installation de référence, qui est à déterminer suivant le secteur considéré :
 - **Pour les patinoires**, le passage d'un système direct à un système indirect est considéré pratique courante et donc l'installation de référence est l'installation du projet (le projet ne peut donc pas bénéficier d'URE pour la diminution de charge)
 - **Dans le froid commercial et agroalimentaire**, le passage d'un système direct à un système indirect peut ou pas être pratique courante, selon les sous-secteurs et les circonstances particulières du projet.

Les porteurs de projet doivent alors prendre comme installation de référence celle qui serait la plus probablement utilisée en l'absence d'URE pour ses avantages technico-économiques. Cette analyse doit être effectuée conformément à l'Arrêté⁴ et devra prendre en compte l'âge de l'installation :

 - une installation qui est en fin de vie sera vraisemblablement remplacée par l'installation neuve qui a le meilleur rendement économique – le porteur de projet peut alors fournir une comparaison des offres techniques reçues pour la nouvelle installation afin de déterminer celle qui est la plus rentable (afin de satisfaire aux exigences de l'étape 2 de l'Arrêté) ;
 - une installation qui n'a pas atteint sa fin de vie est plus coûteuse à remplacer et ce coût additionnel peut être inclus dans l'analyse financière basée sur les offres techniques.

Note : **dans le froid commercial**, il est possible de remplacer cette analyse qualitative « installation par installation » par une analyse quantitative au niveau de l'ensemble du parc d'installations du porteur de projet. Utiliser alors l'annexe 1 pour déterminer la quantité de fluide contenue dans l'installation de référence.

Prise en compte d'un taux de fuite de référence tel qu'indiqué dans le

- Tableau 6.

Ceci est résumé dans le Tableau 5.

Secteur considéré	Installation de référence		Fluide de référence	Taux de fuite
	Projets de type 1 (substitution de fluide)	Projets de type 2 (modification d'une installation et éventuellement substitution de fluide)	Tous projets	Tous projets
Froid commercial	Installation du projet	- Installation la plus intéressante d'un point de vue technique et économique en l'absence d'URE (Arrêté) ou	Fluide hypothétique de PRG égal au PRG de référence	Taux de fuite de référence
Froid agroalimentaire		- Pratique historique du porteur de projet (Annexe 1)		
Patinoires		- Installation la plus intéressante d'un point de vue technique et économique en l'absence d'URE (Arrêté) Système indirect qui est installé dans le projet (installation du projet)		

Tableau 5 – Scénario de référence (installation, fluide et taux de fuite) selon le type de projet et le secteur considéré

⁴ Arrêté du 2 mars 2007 pris pour l'application des articles 3 à 5 du décret n°2006-622 du 29 mai 2006 et relatif à l'agrément des activités de projet relevant des articles 6 et 12 du protocole de Kyoto.

4. Additionnalité

Projets de type 1 (substitution de fluide) :

Le maintien d'un fluide au PRG élevé dans une installation ne coûtant rien aux exploitants, ceux-ci ne modifient pas leur pratique en l'absence d'incitation économique : le seul facteur permettant une modification de pratiques relève donc aujourd'hui des injonctions réglementaires. L'introduction d'une incitation économique par l'octroi d'URE permet d'inciter les opérateurs à changer le fluide utilisé.

Des projections de pénétration de marché ont été faites par les experts indépendants du Centre Energétique et procédés de l'Ecole des Mines de Paris⁵, en charge de l'inventaire des émissions de HFC françaises. Ces projections à 15ans (2004-2019) considèrent trois scénarios :

1. « Pratiques habituelles », correspondant à l'ancienne ligne de référence (1995-2000) si aucune mesure n'avait été prise depuis
2. « Application des mesures », correspondant aux projections réalistes d'émissions basées sur l'application des mesures existantes et notamment de toutes celles prises depuis 2000
3. « Incitations supplémentaires », correspondant à un scénario hypothétique où des mesures additionnelles, telles que mécanisme d'incitation économiques pour l'utilisation de fluides au faible PRG, sont appliquées.

En 2008, seuls sont considérés additionnels les projets qui utilisent les fluides au PRG le plus faible parmi ceux considérés dans le scénario 2. Après 2008, ces fluides de moindre PRG commenceront à s'imposer sur le marché. Ceci se traduit par une baisse du niveau de référence pour arriver en 2012 à un niveau qui ne garantisse l'additionnalité que pour les projets qui utilisent les meilleurs fluides considérés dans le scénario 3.

Par ailleurs, les mesures prises par un porteur de projet ayant déjà une stratégie de réduction des émissions HFC sont éligibles à condition que l'opération initiale ait lieu après le 7 mars 2007.

Projets de type 2 (changement d'installation et éventuellement substitution de fluide) :

Dans le secteur agroalimentaire, l'additionnalité de l'opération de diminution de charge doit être démontrée installation par installation en suivant l'Arrêté.

Dans le secteur commercial, l'additionnalité peut être démontrée soit installation par installation en suivant l'arrêté, soit au niveau de l'ensemble du parc d'installations du porteur de projet en suivant l'annexe 1 de cette méthodologie. Les deux approches ne peuvent pas être combinées, c'est-à-dire que la même approche doit être gardée pour l'ensemble des installations incluses dans le périmètre du projet.

Dans le secteur des patinoires, la diminution de charge n'est pas considérée additionnelle.

Ces différents cas de figure sont résumés dans le Tableau 5 ci-dessus.

Note : comme indiqué dans le tableau, il est possible qu'un projet qui change à la fois le type d'installation (passage à un système indirect) et le fluide utilisé ne soit pas additionnel du point de vue de la diminution de la charge, mais le soit du point de vue de la substitution de fluide. Dans ce cas, le projet bénéficie d'URE uniquement pour la substitution de fluide et suppose que la charge (et le taux de fuite de l'installation) serait la même dans la référence et dans le projet.

⁵ Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris (Décembre 2006) *Inventaire des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France année 2004, Document 3 – Projections à l'horizon 2019.*

5. Réductions d'émissions

Les réductions d'émissions dues au projet pendant une année sont la différence entre les émissions du scénario de référence et les émissions du projet.

$$RE_a = ESR_a - EP_a$$

où:

RE_a	Réduction d'émissions du projet en l'an a (tCO ₂ e)
ESR_a	Emissions dans le scénario de référence en l'an a (tCO ₂ e)
EP_a	Emissions dans le projet en l'an a (tCO ₂ e)

Les projets regroupant plusieurs installations doivent additionner les réductions d'émissions de chaque installation.

5.1 Emissions du projet

Les émissions du projet correspondent aux émissions de HFC dues aux fuites de l'installation du projet. Ces fuites sont considérées proportionnelles à la charge de l'installation et au nombre de jours de fonctionnement de l'installation, et leur impact proportionnel au PRG du fluide du projet :

$$EP_a = M_{projet} * \frac{TF_{inst,projet,a}}{365} * N_{jours,a} * \frac{PRG_{fluide,projet,a}}{1000}$$

Où :

EP_a	Emissions du projet en l'an a (tCO ₂ e)
M_{projet}	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation du projet (kg)
$TF_{inst,projet,a}$	Taux de fuite annuel par défaut de l'installation du projet en l'an a (% par an)
$N_{jours,a}$	Nombre de jours où l'installation est dans le périmètre du projet en l'an a (jours/an)
$PRG_{fluide,projet,a}$	Pouvoir de Réchauffement Global du fluide utilisé dans le projet en l'an a (tCO ₂ e/t fluide)

5.2 Emissions du scénario de référence

Les émissions du scénario de référence correspondent aux émissions de HFC dues aux fuites qui auraient eu lieu dans l'installation de référence. Ces fuites sont considérées proportionnelles à la charge de l'installation et au nombre de jours de fonctionnement de l'installation, et leur impact proportionnel au PRG de référence :

$$EP_a = M_{SR} * \frac{TF_{inst,SR,a}}{365} * N_{jours,a} * \frac{PRG_{référence,a}}{1000}$$

Où :

EP_a	Emissions du projet en l'an a (tCO ₂ e)
M_{SR}	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation de référence (kg)

$TF_{inst,SR,a}$	Taux de fuite annuel par défaut de l'installation de référence (% par an)
$N_{jours,a}$	Nombre de jours où l'installation est dans le périmètre du projet en l'an a (jours/an)
$PRG_{référence,a}$	Pouvoir de Réchauffement Global de référence en l'an a (tCO ₂ e/t fluide)

Dans le froid commercial, la charge M_{SR} peut être soit la charge effective de l'installation remplacée (si l'additionnalité est démontrée au niveau de l'installation en suivant l'Arrêté), soit la charge déterminée d'après l'annexe 1 (si l'additionnalité est démontrée au niveau de l'ensemble du parc d'installations).

6. Suivi⁶

Les charges de fluide sont à déterminer en prenant les spécifications du fabricant de l'installation.

Les taux de fuite sont fixé par défaut à l'échelle nationale, et dépendent uniquement du type d'installation considéré (voir les valeurs des dernières années dans le Tableau 6) ; il doit être calculé comme la moyenne des taux de fuite nationaux des trois dernières années pour lesquelles ces taux sont disponibles. Ce taux comprend les fuites « normales » des installations ainsi que les fuites accidentelles lors d'opérations de maintenance ou de défaut de fonctionnement de l'installation.

Les PRG sont également fixés, et dépendent du fluide utilisé. Le PRG de certains mélanges de fluides est donné en Tableau 7. Pour les autres mélanges, le PRG doit être déterminé comme la moyenne pondérée (par fraction massique) du PRG des différents fluides qui le composent.

Les projets regroupant plusieurs installations doivent tenir un registre des installations qui sont dans le périmètre du projet, comprenant les informations suivantes pour chaque installation :

Type d'installation dans la référence et dans le projet (selon les catégories du

- Tableau 6), et masse de fluide contenues dans ces deux installations
- Fluide utilisé dans la référence (à déterminer une fois) et dans le projet (à suivre chaque année)
- Date de l'opération initiale de substitution de fluide et/ou changement de l'installation

Facteurs par défaut:

Paramètre:	Pouvoir de Réchauffement Global de référence en l'an a
Symbole:	$PRG_{référence,a}$
Unité:	tCO ₂ e/t fluide
Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures, etc.) :	Prendre les valeurs annuelles du Tableau 2 pour le type de projet considéré.

Paramètre:	Taux de fuite annuel par défaut de l'installation de référence en l'an a
Symbole:	$TF_{inst,SR,a}$
Unité:	% par an
Source à utiliser:	Centre Energétique et procédés, Ecole des mines de Paris
Valeur à appliquer:	Prendre pour l'installation de référence la moyenne des taux de fuite nationaux annuels des trois dernières années pour lesquelles ces taux

⁶ Afin de déterminer les niveaux de précision requis pour les installations de mesure, veuillez vous référer à l'Arrêté du 28 juillet 2005 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre, disponible à l'adresse internet suivante : <http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/arrete-du-28-07-05-3.pdf> .

	sont disponibles (à la date de demande de délivrance d'URE). Les taux de fuites disponibles au 15 février 2007 sont indiqués dans le Tableau 6 pour information.
--	---

Paramètre:	Taux de fuite annuel par défaut de l'installation du projet en l'an a
Symbole:	$TF_{inst,projet,a}$
Unité:	% par an
Source à utiliser:	Centre Energétique et procédés, Ecole des mines de Paris
Valeur à appliquer:	Prendre pour l'installation du projet la moyenne des taux de fuite nationaux annuels des trois dernières années pour lesquelles ces taux sont disponibles (à la date de demande de délivrance d'URE). Les taux de fuites disponibles au 15 février 2007 sont indiqués dans le Tableau 6 pour information.

Installations concernées	Type d'installation	Taux annuel d'émissions fugitives en fonction de la charge nominale*	Source
Hypermarchés	Système à détente directe	22%	[1]
Supermarchés		18%	[1]
Hyper- ou Supermarchés	Système à frigoporteur	8%	[2]
Commerces de proximité	Groupe de condensation	10 %	[1]
	Groupe hermétiques	<i>Méthodologie non applicable</i>	
Patinoires	Système à détente directe	8%	[1]
	Système à frigoporteur	8%	[1]
Froid agro-alimentaire	Toutes	9%	[1]

* Pour les système à frigoporteur: il s'agit de la charge nominale en fluide frigorigène

Les deux sources sont extraites du rapport *Inventaire des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France année 2004* (Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris, Décembre 2006), mais de deux documents différents au sein de ce rapport:

[1] Document 3 – Projections à l'horizon 2019 (Tableaux 3.1 et 5.1 - valeurs pour le scénario 2)

[2] Document 2 – Données de base pour les inventaires de fluides frigorigènes (Tableau 2.8 - valeur pour 2004)

Tableau 6 - Taux annuel d'émissions fugitives (« taux de fuite ») de référence en fonction du type d'installation.

La distinction des différentes installations de froid commercial est celle utilisée pour le calcul RIEP⁷ qui sert de base à l'inventaire des émissions de HFC en France :

- Hypermarchés et supermarchés sont définis d'après les critères du Ministère des Finances (Surface $S > 2500m^2$ pour les hypermarchés, $400 < S < 2500m^2$ pour les supermarchés)
- Tous les autres types de commerce sont qualifiés de « commerces de proximité » et se distinguent du point de vue des émissions HFC entre ceux qui sont équipés de petits groupes de condensation et entre ceux équipés de groupes hermétiques intégrés dans l'équipement (appareils dits « plug-in »).

Paramètres à suivre au cours du projet:

Paramètres à déterminer une fois par « opération » (substitution de fluide et/ou changement d'installation) pour la première demande d'URE pour l'opération considérée :

Paramètre:	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation de référence
Symbole:	M_{SR}

⁷ Refrigerant Inventories and Emission Previsions.

Unité:	kg
Fréquence de suivi:	A déterminer une fois préalablement à l'opération initiale; à faire vérifier lors de la première demande d'URE pour l'opération considérée.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Prendre les spécifications du fabricant. Dans le froid commercial, si l'additionnalité est démontrée au niveau de l'ensemble du parc d'installations, utiliser les indications de l'annexe 1.

Paramètre:	Quantités de fluide récupérée et chargée lors de l'opération initiale de chaque opération
Symbole:	
Unité:	
Fréquence de suivi:	A déterminer une fois lors de l'opération initiale: à faire vérifier lors de la première demande d'URE pour l'opération considérée.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	Démontrer que l'opération initiale a été effectuée par des entreprises qualifiées selon la réglementation en vigueur et préciser les quantités de fluide chargée et récupérée. Utiliser par exemple le bordereau de suivi de l'opération.
Commentaires :	Si l'opération initiale ne satisfait pas à ces exigences, le porteur de projet ne pourra bénéficier d'aucune URE pour cette opération (mais les autres opérations du projet restent éligibles).

Paramètres à suivre annuellement pour chaque installation/opération:

Paramètre:	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation du projet
Symbole:	M_{projet}
Unité:	kg
Fréquence de suivi:	A déterminer à chaque fois que l'installation est modifiée (c'est-à-dire une fois lors de l'opération initiale, et éventuellement à chaque autre changement si d'autres changements ont lieu au cours du projet.
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	<p><u>1. Détermination de l'installation utilisée :</u> Le porteur de projet doit décrire initialement quelle installation est utilisée dans le projet, et doit démontrer que celle-ci n'est pas modifiée au cours du temps. Dans le cas contraire, une nouvelle description du projet est nécessaire.</p> <p><u>2. Détermination de la charge de cette installation :</u> Prendre les spécifications du fabricant</p>
Commentaire :	Si l'installation utilisée change au cours d'une année, les émissions de cette année doivent être calculées au prorata du temps d'utilisation de chaque fluide.

Paramètre:	Pouvoir de Réchauffement Global du fluide du projet
Symbole:	$PRG_{\text{fluide,projet}}$
Unité:	tCO ₂ e/t fluide
Fréquence de suivi:	Annuelle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	<p><u>1. Détermination du fluide utilisé :</u> Le porteur de projet doit spécifier chaque année le fluide utilisé dans chaque installation, par exemple en s'appuyant sur les factures pour l'installation considérée.</p> <p><u>2. Détermination du PRG de ce fluide :</u> Le PRG des principaux fluides réfrigérants est donné en Tableau 7. Si un autre fluide est utilisé, son PRG doit être déterminé comme la moyenne pondérée, par fraction massique, du PRG des différents fluides élémentaires qui le composent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La composition du fluide est à déterminer d'après les indications du

	<p>fournisseur.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le PRG des différents fluides qui le composent est à prendre dans le Tableau 7.
Commentaires :	<ul style="list-style-type: none"> Pour un système à frigoporteur, il s'agit ici du PRG du fluide frigorigène, et non pas du PRG moyen des deux fluides utilisés, car le facteur d'émission d'un système à frigoporteur est défini par rapport à la charge en fluide frigorigène, et non par rapport à la charge totale du système. Si le fluide utilisé change au cours d'une année, les émissions de cette année doivent être calculées au prorata du temps d'utilisation de chaque fluide.

Paramètre:	Nombre de jours où l'installation est dans le périmètre du projet en l'an a
Symbole:	$N_{\text{jours,a}}$
Unité:	jours/an
Fréquence de suivi:	Annuelle
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser :	<p>Une installation est ajoutée dans le périmètre du projet dès lors qu'elle subit l' « opération initiale » de substitution de fluide et/ou de changement de l'installation.</p> <p>La date de l'opération initiale affectant l'installation doit donc être reportée sur le registre du projet et documentée (par exemple par un certificat d'installation).</p>

Espèce		Formule chimique	PRG
Hydrofluorocarbures (HFC)	HFC-23	CHF3	11700
	HFC-32	CH2F2	650
	HFC-41	CH3F	150
	HFC-43-10mee	C5H2F10	1300
	HFC-125	C2HF5	2800
	HFC-134	C2H2F4	1000
	HFC-134a	CH2FCF3	1300
	HFC-152a	C2H4F2	140
	HFC-143	C2H3F3	300
	HFC-143a	C2H3F3	3800
	HFC-227ea	C3HF7	2900
	HFC-236fa	C3H2F6	6300
	HFC-245ca	C3H3F5	560
Perfluorocarbures (PFC)	Perfluoromethane	CF4	6500
	Perfluoroethane	C2F6	9200
	Perfluoropropane	C3F8	7000
	Perfluorobutane	C4F10	7000
	Perfluorocyclobutane	c-C4F8	8700
	Perfluoropentane	C5F12	7500
	Perfluorohexane	C6F14	7400

Tableau 7 - Espèces HFC et PFC couvertes par le protocole de Kyoto et Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) correspondant (source : CCNUCC, 1995).

Les espèces couramment utilisées dans le froid commercial sont surlignées en gris.

Annexe 1 – Approche quantitative pour déterminer l'additionnalité des projets de changement de charge dans le froid commercial

Dans le secteur du froid commercial⁸, l'approche suivante est proposée pour prendre en compte de manière quantitative l'additionnalité des projets de passage d'un système direct à indirect. Cette approche permet de déterminer quelle est la charge de référence M_{SR} (kg) à prendre dans l'équation de la section 5.2 et dispense de démontrer qualitativement l'additionnalité d'après l'Arrêté (ce qui est autrement l'approche par défaut utilisée en section 3 pour déterminer l'installation de référence et donc la charge de référence M_{SR}).

Les deux approches sont théoriquement équivalentes mais différent par leur application :

- L'approche qualitative (approche par défaut de la section 3) impose de déterminer installation par installation quelle opération de changement de charge est additionnelle ou non. Si par exemple à l'issue de cette étape 75% des opérations sont démontrées additionnelles, seules 75% sont incluses dans le périmètre du projet et la totalité (100%) des réductions d'émissions générées par chacune de ces installations peuvent être converties en URE.
- L'approche quantitative (approche décrite dans la présente annexe) détermine au niveau de l'ensemble du parc d'installations du porteur de projet la quantité d'opérations de changement de charge qui se feraient de toute façon en l'absence d'URE (opérations non additionnelles) en se basant sur la quantité d'opérations effectuées historiquement par le porteur de projet (et non pas sur une analyse qualitative). Si la quantité d'opérations effectuées dans le projet dépasse cette quantité de référence (par exemple de 300% - c'est-à-dire 4 fois plus d'opérations de changement dans le projet que dans la référence), alors on considère que $(4-1)/4 = 75\%$ des opérations de changement sont additionnelles, et 75% des réductions d'émissions générées par toutes les installations peuvent être converties en URE.

L'approche quantitative fonctionne de la manière suivante :

Pour les nouvelles installations :

1. Au sein de l'ensemble des nouvelles installations (concernant une nouvelle surface commerciale totale de S_{tot} m²) construites par le porteur de projet sur les dernières années précédant l'année de dépôt du dossier d'approbation du projet MOC, déterminer la proportion de systèmes indirects (en termes de m² de surface commerciale couverte par les systèmes indirects $S_{indirect}$ par rapport à la surface totale S_{tot} couverte par les nouvelles installations).
2. En déduire la proportion de systèmes indirects qui seraient installés dans le scénario de référence en l'absence d'URE $\%_{indirect,SR} = S_{indirect}/S_{tot}$.
3. Dans chaque année a de mise en œuvre du projet, déterminer de la même manière que ci-dessus la proportion de systèmes indirects qui sont effectivement installés dans le projet : $\%_{indirect,projet,a} = S_{indirect,a}/S_{tot,a}$.

⁸ L'approche quantitative pour déterminer l'additionnalité est proposée uniquement pour le secteur commercial car :

- les installations de ce secteur ont tendance à être plus petites (mais plus nombreuses) que dans les autres secteurs (agroalimentaire et patinoires), rendant fastidieuse la démonstration de l'additionnalité installation par installation pour un projet qui regrouperait un grand nombre d'installations ;
- les installations à charge réduite (système indirect) sont très peu répandues dans ce secteur (moins de 10% du total des installations – voir section 0), ce qui permet de considérer additionnels tous les projets à un facteur d'ajustement pour tenir compte du fait que certains systèmes indirects auraient été installés de toute façon.

4. En déduire la proportion de systèmes indirects additionnels parmi l'ensemble des nouveaux systèmes indirects $\%_{\text{indirect,additionnel,a}} = (\%_{\text{indirect,projet,a}} - \%_{\text{indirect,SR}}) / (\%_{\text{indirect,projet,a}})$
5. Dans l'équation de la section 5.2, remplacer M_{SR} par M_{SR}' à déterminer en utilisant l'équation suivante :

$$M_{\text{SR}}' = \%_{\text{indirect,additionnel,a}} * M_{\text{SR}} + (1 - \%_{\text{indirect,additionnel,a}}) * M_{\text{projet}}$$

où:

M_{SR}'	Charge (masse) de fluide de référence (kg)
M_{SR}	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation à système direct qui serait installée à la place de celle à système indirect (kg)
M_{projet}	Charge (masse) de fluide contenue dans l'installation du projet (kg)
$\%_{\text{indirect,additionnel,a}}$	Proportion de systèmes indirects additionnels parmi l'ensemble des nouveaux systèmes indirects en l'an a

Pour les installations converties (retrofit):

Suivre la même démarche que ci-dessus, mais au sein de l'ensemble des installations converties plutôt que l'ensemble des installations nouvelles.

Annexe 2 – Calcul des PRG de référence

Le calcul des PRG de référence se base sur les projections de pénétration de marché des différents fluides réfrigérants, telles qu'établies par les experts indépendants du Centre Energétique et procédés de l'Ecole des Mines de Paris⁹, en charge de l'inventaire des émissions de HFC françaises. Ces projections à 15ans (2004-2019) considèrent trois scénarios :

1. « Pratiques habituelles », correspondant à l'ancienne ligne de référence (1995-2000) si aucune mesure n'avait été prise depuis
2. « Application des mesures », correspondant aux projections réalistes d'émissions basées sur l'application des mesures existantes et notamment de toutes celles prises depuis 2000
3. « Incitations supplémentaires », correspondant à un scénario hypothétique où des mesures additionnelles, telles que mécanisme d'incitation économiques pour l'utilisation de fluides au faible PRG, sont appliquées.

On se base sur les projections d'utilisations de fluides dans les scénarios S2 et S3 et on distingue 3 différentes situations de projet. Ces situations et les méthodes de calcul correspondantes sont décrites ci-dessous et illustrées dans le cas des supermarchés et hypermarchés ; les projections sont exactement les mêmes pour les deux secteurs et sont données dans le tableau 8. Les méthodes de calcul permettent de calculer les PRG de référence pour 2008 et 2012 ; entre ces deux dates, on suppose une évolution linéaire du PRG de référence.

	Scénario 1 "Pratiques habituelles"	Scénario 2 "Application des mesures"	Scénario 3 "Incitations supplémentaires"
Super			
Marché de fluides pour les équipements neufs en 2019	100 % de R-404A	50 % R-404 A , 20 % R-407C (introduit en 2009) 30 % R-422A (introduit en 2009)	30 % de R-422A 20 % de R-407C 50 % de blend 4 (GWP 1500)
Retrofit	pas de retrofit	Retrofit des HCFC à partir de 2008 sur 10 ans par le R-422A et / ou le R-427A	- Retrofit des HCFC à partir de 2008 sur 10 ans par le R-422A - Retrofit du R-404A à partir de 2008 sur 10 ans par le R-422A puis le blend 4 en 2012.

Tableau 8 – Projections d'utilisation des fluides frigorigènes dans le secteur des supermarchés (les projections sont identiques pour les hypermarchés).

Source : Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris (Décembre 2006) *Inventaire des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France année 2004, Document 3 – Projections à l'horizon 2019*, Tableau 3.2 page 3-14.

Note : les PRG des fluides indiqués dans le tableau 8 sont les suivants, par ordre décroissant (voir Tableau 1) :

R404A	3260
R422A	2535
R427A	1830
R407C	1525
Blend 4	1500

⁹ Centre Energétique et procédés de l'Ecole des mines de Paris (Décembre 2006) *Inventaire des fluides frigorigènes et de leurs émissions, France année 2004, Document 3 – Projections à l'horizon 2019*.

Les 3 situations et méthodes de calcul sont les suivantes :

1. **Équipement neuf** : on considère que le PRG de référence est la moyenne des PRG du S2 en 2008, et la moyenne des PRG du S3 en 2012. Par ailleurs, si 3 fluides sont disponibles à partir d'une certaine année, on s'assure que le PRG de référence est égal ou inférieur au PRG du fluide au PRG médian à partir de l'année en question, afin de ne bénéficier d'URE que pour le passage au fluide de PRG le plus faible (et non pas à celui de PRG médian) lorsque les deux sont disponibles.
 - Illustration pour les super/hypermarchés :
 - $PRG_{référence,2008} = 50\% * 3260 + 30\% * 2535 + 20\% * 1525 = 2696$
 - $PRG_{référence,2012} = 30\% * 2535 + 20\% * 1525 + 50\% * 1500 = 1816$
 De plus, on obtient après extrapolation linéaire $PRG_{référence,2009} = 2476$ (voir Tableau 9 ci-dessous), ce qui est bien inférieur au PRG du R422A (2535) – ainsi, seul l'installation du R407C est additionnelle à partir de 2009.

2. **Opérations de retrofit déjà prévues en S2** : vu que certaines de ces opérations correspondent au scénario *business as usual* (S2), seules celles utilisant les meilleurs fluides de remplacement disponibles sont additionnelles. On considère donc que le PRG de référence est
 - en 2008 : égal au PRG du moins bon des fluides de remplacement (c'est-à-dire à celui au PRG le plus élevé) de tous les fluides disponibles
 - en 2012 : égal au PRG du meilleur fluide de remplacement (au PRG le plus faible)
 Ceci ne permet de bénéficier d'URE que si l'on utilise le fluide le meilleur – mais de faire diminuer ce bénéfice jusqu'à 0 en 2012.
 - Illustration pour les super/hypermarchés :

Une opération de retrofit est déjà prévue en S2 : il s'agit du retrofit des HCFC, qui peut être remplacé par le R422A ou le R427A. Les PRG de référence sont alors les suivants :

 - en 2008, égal au PRG du moins bon des fluides de remplacement, c'est-à-dire le R422A : $PRG_{référence,2008} = 2535$
 - en 2012, égal au PRG du meilleur des fluides de remplacement, c'est-à-dire le R427A : $PRG_{référence,2012} = 1830$

3. **Opérations de retrofit prévues uniquement en S3** : vu que ces opérations n'auraient pas lieu dans le scénario *business as usual* (S2) mais seulement dans le S3, tout projet anticipant ce retrofit est considéré additionnel, même s'il utilise le moins bon des fluides de remplacement. On considère donc que le PRG de référence est :
 - en 2008 : égal à la moyenne du PRG du fluide remplacé et du moins bon fluide de remplacement disponible
 - en 2012 : égal au PRG du moins bon fluide de remplacement disponible
 Ceci permet de bénéficier d'URE pour tout remplacement de fluide au début (2008), mais seulement pour le remplacement par les meilleurs fluides en 2012.
 - Illustration pour les super/hypermarchés :

Une opération de retrofit est prévue uniquement en S3 : il s'agit du retrofit du R404A, qui peut être remplacé par le R422A (puis par le blend 4 à partir de 2012). Les PRG de référence sont alors les suivants :

 - en 2008, égal à la moyenne du PRG du fluide remplacé (R404A, PRG 3260) et du moins bon fluide de remplacement disponible (R422A, PRG 2535) : $PRG_{référence,2008} = (3260 + 2535) / 2 = 2898$
 - en 2012, égal au PRG du moins bon fluide de remplacement disponible (R422A, PRG 2535) : $PRG_{référence,2012} = 2535$

Entre 2008 et 2012, on suppose une évolution linéaire. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant dans le cas des supermarchés. Les résultats de l'ensemble des secteurs sont donnés dans le Tableau 2.

	2008	2009	2010	2011	2012	Méthode calcul
Secteur commercial - Super/hypermarché						
Nouvelle installation	2696	2476	2256	2036	1816	1
Retrofit de HCFC (ou CFC)	2535	2359	2183	2006	1830	2
Retrofit de R404A	2898	2807	2716	2626	2535	3

Tableau 9 – PRG de référence (en tCO₂équivalent) pour chaque année entre 2008 et 2012 dans le secteur des super/hypermarchés, selon le type d'équipement et (pour les retrofit) le fluide précédemment utilisé.

La méthode de calcul renvoie aux trois situations distinguées dans cette annexe :

1. Equipement neuf
2. Opérations de retrofit déjà prévues en S2
3. Opérations de retrofit prévues uniquement en S3

Annexe 3 – Exemples d'application de la méthodologie

Trois exemples fictifs de projets sont donnés ci-dessous. Ces exemples sont purement indicatifs et visent à illustrer l'application de la méthodologie mais ne représentent pas forcément des types de projet pouvant être mis en pratique directement.

Projet 1

Un supermarché utilisant actuellement 1tonne de R404A (PRG 3260) dans un système à détente directe décide de remplacer ce fluide par du R422A (PRG 2535) lors d'une opération de retrofit. Date de l'opération : 1^{er} mai 2008.

Conditions d'applicabilité à respecter	<ul style="list-style-type: none"> Il s'agit bien d'un projet de type 1 : substitution d'un fluide de type HFC ou HCFC par un autre fluide au PRG plus faible (n'étant ni un CFC, HCFC ou de l'ammoniac), dans une situation de retrofit Les quantités de R422A chargée et de R404A récupérée doivent être documentées, par exemple en utilisant le bordereau de suivi de l'opération. Cette documentation sera audité lors de la première demande d'URE. Si l'opération n'a pas été effectuée dans les règles, cette opération n'est pas éligible à recevoir des URE. 												
Scénario de référence et additionnalité	<p>Le scénario de référence est défini par les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilisation d'un fluide hypothétique de PRG égal au PRG de référence pour ce type de projet, pris dans le Tableau 2 pour la situation du projet (retrofit de R404A) : <table border="1" data-bbox="443 1077 1299 1144"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>2008</th> <th>2009</th> <th>2010</th> <th>2011</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRG_{référence}</td> <td>2898</td> <td>2807</td> <td>2716</td> <td>2626</td> <td>2535</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> dans l'installation du projet (qui contient 1t de fluide) avec le taux de fuite du tableau 6 (18%) <p>L'additionnalité du projet est garantie par l'utilisation du PRG de référence ci-dessous. L'opération de substitution a bien lieu après le 7 mars 2007 (date de parution de l'Arrêté)</p>	Année	2008	2009	2010	2011	2012	PRG _{référence}	2898	2807	2716	2626	2535
Année	2008	2009	2010	2011	2012								
PRG _{référence}	2898	2807	2716	2626	2535								
Calcul des réductions d'émissions	<p>Réductions d'émissions en 2008 :</p> $EP_{2008} = 1000\text{kgHFC} * 18\%/an * 245\text{jrs}/(365\text{jrs}/an) * 2535/1000 = 350 \text{ tCO}_2\text{e}$ $ESR_{2008} = 1000\text{kgHFC} * 18\%/an * 245\text{jrs}/(365\text{jrs}/an) * 2898/1000 = 306 \text{ tCO}_2\text{e}$ $\rightarrow RE_{2008} = 350 - 306 = 44 \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>Réductions d'émissions en 2009 :</p> $\rightarrow RE_{2009} = 1000 * 0.18 * (2807 - 2535)/1000 = 49 \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>Réductions d'émissions en 2010 :</p> $\rightarrow RE_{2009} = 1000 * 0.18 * (2716 - 2535)/1000 = 33 \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>Réductions d'émissions en 2011 :</p> $\rightarrow RE_{2009} = 1000 * 0.18 * (2626 - 2535)/1000 = 16 \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>Réductions d'émissions en 2012 :</p> $\rightarrow RE_{2009} = 1000 * 0.18 * (2535 - 2535)/1000 = 0 \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>Total sur 2008-2012 :</p> $RE_{2008-2012} = 44+49+33+16+0=142 \text{ tCO}_2\text{e}$												

Projet 2

Un hypermarché utilisant actuellement 3tonnes de R22 (HCFC) dans un système à détente directe décide de remplacer ce fluide par du R427A (PRG 1830) lors d'une opération de retrofit. Date de l'opération : 1^{er} janvier 2009.

Les conditions d'applicabilité, scénarios de référence et calculs sont similaires aux précédents, mais en utilisant un taux de fuite de 22%, une charge de 3000kg et les PRG de référence suivants :

Année	2008	2009	2010	2011	2012
PRG_{référence}	2535	2359	2183	2006	1830

On obtient :

$$RE_{2009-2012} = 3000 * 0.22 * [(2359 + 2183 + 2006 + 1830) - (1830*4)] / 1000 = \mathbf{698 \text{ tCO}_2\mathbf{e}}$$

Projet 3

Une brasserie utilise un système à détente directe (contenant 5t de fluide frigorigène R404A) qui arrive en fin de vie. Le projet vise à remplacer ce système par un système à frigoporteur (contenant 2t de fluide frigorigène R422D au PRG 2235 et 3t de fluide frigoporteur au PRG nul).

Conditions d'applicabilité à respecter	<ul style="list-style-type: none"> Il s'agit bien d'un projet de type 2 : diminution de la charge par passage d'un système direct à un système indirect, avec substitution d'un fluide. Les quantités de R422D chargée et de R404A récupérée doivent être documentées, par exemple en utilisant le bordereau de suivi de l'opération. Cette documentation sera audité lors de la première demande d'URE. Si l'opération n'a pas été effectuée dans les règles, cette opération n'est pas éligible à recevoir des URE. 												
Scénario de référence et additionnalité	<p>Installation de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le porteur de projet doit démontrer l'additionnalité, par exemple en comparant les offres techniques de système direct et indirect reçues pour la nouvelle installation ; l'installation la plus intéressante techniquement et économiquement est alors prise comme référence. Deux installations de référence sont donc possibles : <ol style="list-style-type: none"> Système direct contenant 5t (changement d'installation additionnel) Système à frigoporteur contenant 2t (changement d'installation non additionnel) <p>Fluide de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le fluide de référence est un fluide hypothétique de PRG égal au PRG de référence standard pour une nouvelle installation agroalimentaire : <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>2008</th> <th>2009</th> <th>2010</th> <th>2011</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRG_{référence}</td> <td>3260</td> <td>2961</td> <td>2662</td> <td>2362</td> <td>2063</td> </tr> </tbody> </table> <p>L'additionnalité du changement de fluide est garantie par l'utilisation du PRG de référence ci-dessous. L'opération de substitution a bien lieu après le 7 mars 2007 (date de parution de l'Arrêté)</p> <p>Taux de fuite :</p> <ul style="list-style-type: none"> Taux de fuite égal au taux de référence de 9%. 	Année	2008	2009	2010	2011	2012	PRG_{référence}	3260	2961	2662	2362	2063
Année	2008	2009	2010	2011	2012								
PRG_{référence}	3260	2961	2662	2362	2063								

Calcul des réductions d'émissions	<p>On effectue les calculs pour l'année 2008 :</p> <p>Calculs pour la situation 1 (changement d'installation additionnel) [<i>resp. 2 : changement d'installation non-additionnel</i>]:</p> $EP_{2008} = 2000\text{kgHFC} * 9\%/an * 2235/1000 = 402 \text{ tCO}_2\text{e}$ $ESR_{2008} = 5000 \text{ [resp. 2000]} * 9\% * 3260/1000 = 1467 \text{ [resp. 586]} \text{ tCO}_2\text{e}$ <p>→ Réductions d'émissions: 1065 [resp. 184] tCO₂e</p>
-----------------------------------	---