



Inventaire des réfrigérants en Tunisie pour l'année 2015

**Gestion et destruction des substances appauvrissant
la couche d'ozone en stock (SACO)**

Publié par la

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Mandaté par la



Ministère fédéral
de l'Environnement, de la Protection de la Nature
et de la Sécurité nucléaire

de la République fédérale d'Allemagne

Table des matières

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux.....	6
Liste des acronymes.....	7
1. Introduction.....	8
2. Approche méthodologique.....	10
2.1. Méthode de niveau 1 (Tier 1).....	10
2.1.1 Calcul des banques de SAO pour le secteur de la réfrigération et de la climatisation.....	11
2.1.2 Calcul des banques de SAO dans le secteur des mousses.....	12
2.2. Méthode de niveau 2 (Tier 2).....	13
3. Collecte des données.....	13
3.1. Phase 1 de collecte des données.....	13
3.1.1 Les études disponibles.....	13
3.1.2 Les données statistiques disponibles.....	14
3.1.3 Présentation de la nomenclature tunisienne.....	14
3.1.4 Les sources de données utilisées pour l'approche Tier 1.....	15
3.1.5 Les sources de données utilisées pour l'approche Tier 2.....	16
3.2. Phase 2 de collecte de données « l'enquête terrain ».....	17
3.2.1 Objectif.....	17
3.2.2 Le déroulement de cette enquête.....	17
3.2.3 Descriptif des secteurs visités et des informations collectées.....	17
3.2.4 Etendu des visites de terrain.....	19
3.2.5 Les hypothèses consolidées par l'enquête terrain.....	19
4. Les résultats de l'inventaire.....	20
4.1. L'approche basée sur les fluides frigorigènes Niveau 1 (Tier 1).....	20
4.2. L'approche basée sur les équipements Niveau 2 (Tier 2).....	21
4.2.1 Présentation de la banque des réfrigérants.....	21
4.2.2 La climatisation individuelle.....	22
4.2.3 La climatisation centrale.....	24
4.2.4 Les réfrigérateurs domestiques.....	25
4.2.5 Froid commercial – Unités autonomes.....	28

À son titre d'entreprise fédérale, la GIZ aide le gouvernement fédéral allemand à concrétiser ses objectifs en matière de coopération internationale pour le développement durable.

Publié par
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges de la société
Bonn et Eschborn, Allemagne

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-1022
F +49 61 96 79-80 1022

E proklima@giz.de
I www.giz.de/proklima

Désignation du programme/projet
Gestion et destruction des substances appauvrissant la couche d'ozone en stocks (SACO)

Responsable
Bernhard Siegele, chef du programme Proklima, bernhard.siegele@giz.de

Auteur
Mouez Ben Chaabane, Ali Turki (GIZ GmbH, Tunisia)

Revue
Franziska Frölich (GIZ GmbH, Eschborn)
Dr Jonathan Heubes (HEAT GmbH, Königstein)

Collecte des données
Dalila Ammar, Bureau de Conseils et d'Etudes (BCE), Tunisia

Remerciement
Nous remercions l'Unité Nationale d'ozone au sein de l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (ANPE) et, en particulier, M. Youssef Hammami pour leur engagement, leur précieuse coopération et l'implication de toutes les parties-prenantes concernées dans la réalisation de ce travail.

Conception
Sana Ben Ammar, Com'In, Tunisie

Crédits photos
GIZ/PROKLIMA

Renvois et liens
La présente publication comporte des liens ou renvois vers des sites Internet externes. Les contenus des sites externes liés relèvent de la responsabilité des fournisseurs ou hébergeurs de ces sites. Lors du premier référencement, la GIZ a vérifié si le contenu de tiers n'était pas de nature à entraîner une responsabilité civile ou pénale. Cependant, il ne saurait être raisonnablement envisagé de procéder à un contrôle permanent du contenu des sites liés en l'absence d'indices concrets de violation du droit. Si la GIZ constate ou si on lui signale qu'une offre externe pour laquelle elle a mis un lien à disposition soulève une responsabilité civile ou pénale, le lien correspondant sera immédiatement supprimé. La GIZ se démarque expressément de tels contenus.

Sur mandat du
Ministère fédéral Allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité Nucléaire (BMU)
Division KI II 7 International Climate Finance, International Climate Initiative
11055 Berlin, Germany
T +49 30 18 305-0
F +49 30 18 305-4375

La GIZ est responsable du contenu de cette publication.

Tunisie, 2018

4.2.6	Froid commercial – Unités de condensation et systèmes centralisés.....	29
4.2.7	Le froid industriel.....	31
4.2.8	Le transport frigorifique.....	32
4.2.9	Synthèse des résultats.....	33
5	Références.....	36
6	Annexes.....	37
6.1	Annexe 1 : Données et hypothèses du sous-secteur de la climatisation individuelle.....	37
6.2	Annexe 2 : Données et hypothèses du sous-secteur de la climatisation centrale.....	38
6.3	Annexe 3 : Données et hypothèses du sous-secteur des réfrigérateurs domestiques.....	39
6.4	Annexe 4 : Données et hypothèses du sous-secteur des unités autonomes.....	40
6.5	Annexe 5 : Données et hypothèses du sous-secteur du froid industriel.....	41
6.6	Annexe 6 : Données et hypothèses du sous-secteur de transport frigorifique.....	42

Liste des figures

Figure 1	Réseau des nomenclatures d'activités et des produits en Tunisie.....	15
Figure 2	Potentiel des émissions (consommation) des CFC, HCFC et HFC en Tunisie.....	20
Figure 3	Banque totale de SAO en Tunisie répartie entre le secteur RAC et le secteur de la mousse.....	21
Figure 4	Projection du stock de réfrigérants pour le secteur de la climatisation individuelle sur la période 2016-2025.....	24
Figure 5	Projection du stock disponible pour la gestion dans le secteur de la climatisation individuelle sur la période 2016-2025.....	24
Figure 6	Projection du stock de réfrigérants pour le secteur de la réfrigération domestique sur la période 2016-2025.....	27
Figure 7	Projection du stock disponible pour la gestion dans le secteur de la réfrigération domestique sur la période 2016-2025.....	28
Figure 8	Projection du stock des réfrigérants totale dans le sous-secteur des unités autonomes.....	29
Figure 9	Projection du potentiel disponible pour la gestion dans le sous-secteur des unités autonomes.....	29
Figure 10	Projection du stock de réfrigérants dans le sous-secteur de transport frigorifique sur la période 2016-2025.....	33
Figure 11	Projection du potentiel de réfrigérants disponible à la gestion sur la période 2016-2025.....	33
Figure 12	Répartition du stock des réfrigérants par type en 2015.....	33
Figure 13	Répartition du stock des réfrigérants par sous-secteur.....	34
Figure 14	Répartition du potentiel en SAO disponible pour la gestion par sous-secteur.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1	Sous-secteurs spécifiques au secteur réfrigération et climatisation (RAC)	10
Tableau 2	Facteurs appliqués pour calculer la banque de SAO en réfrigération et en climatisation	11
Tableau 3	Facteurs appliqués pour calculer la banque de SAO dans le secteur des mousses	12
Tableau 4	Répartition du stock des réfrigérants par type et par sous-secteurs	22
Tableau 5	Paramètres dérivés de «l'enquête terrain SAO» pour estimer les banques de réfrigérant	24
Tableau 6	Pourcentage par kW installé de chaque fluide frigorigène dans les systèmes de climatisation centralisée	25
Tableau 7	Répartition du stock des réfrigérants pour le secteur de climatisation centralisée	25
Tableau 8	Pénétration et substitution supposées pour fluides frigorigènes depuis 1997	26
Tableau 9	Répartition du stock des réfrigérants pour le secteur de réfrigération domestique	27
Tableau 10	Type et nombre d'établissements susceptibles d'inclure des unités de condensation	30
Tableau 11	Charge unitaire en fluide frigorigène par type d'établissement	31
Tableau 12	Répartition des fluides frigorigènes par type d'établissement	31
Tableau 13	Ratio des puissances frigorifiques par Tonne d'aliment produit en Tunisie	33

Liste des acronymes

ANGED	Agence Nationale de Gestion des Déchet	MIC	Ministère de l'industrie et du Commerce
ANME	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie	NDP	Nomenclature Douanière des Produits
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement	NSH	Nomenclature du système harmonisé
API	Agence de Promotion de l'Industrie	NT	Norme Tunisienne
BMU	German Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety / Ministère allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sûreté nucléaire	ODP / PAO	Ozone Depletion Potential / Potentiel d'Appauvrissement de la couche d'Ozone
CFC	Chlorofluorocarbure	RAC	Refrigeration & Air Conditioning - Froid & Climatisation
CTP	Classification Tunisienne des Produits	RNE	Répertoire National des Entreprises
GD	Secteur de la grande distribution	SAO / ODS	Substances Appauvrissantes la couche d'Ozone / Ozone depleting Substances
GEG	Groupe à Eau Glacée		
GI	Groupement Interprofessionnel		
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		
GWP / PRG	Global Warming Potential / Potentiel de Réchauffement Global		
HC	Hydrocarbure		
HCFC	Hydro chlorofluorocarbure		
HFC	Hydrofluorocarbure		
IKI	International Climate Initiative / Initiative internationale pour le Climat		
INS	Institut Nationale de Statistiques		
MARHP	Ministère de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche		

1 Introduction

L'inventaire objet de ce rapport s'inscrit dans le cadre du projet «Gestion et destruction des substances appauvrissant la couche d'ozone en stock (SACO)» financé par le Ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire (BMU) à travers son Initiative Internationale pour le Climat (IKI). C'est un projet pionnier dans le monde en matière de gestion des déchets constituant des sources de substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) et couvrent plusieurs pays parmi lesquels la Tunisie. Etant membre du Protocole de Montréal, la Tunisie s'est engagée, depuis 1989, à contribuer aux efforts de la communauté internationale pour l'élimination des SAO, notamment, les chlorofluorocarbures (CFC) et hydrochlorofluorocarbures (HCFC). Le processus de ratification de l'Amendement de Kigali est en cours ce qui engagera la Tunisie dans l'élimination progressive des hydrofluorocarbure (HFC). Ces substances se retrouvent, plus particulièrement, dans les appareils de réfrigération et de climatisation comme fluides frigorigènes.

L'objectif ultime de ce projet est de créer les conditions favorables pour la mise en place de systèmes de gestion des stocks nationaux de SAO et de coopération technique. Les conditions visées tiendront compte des directives internationales telles que le Protocole de Montréal, la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques et les Conventions de Bâle et de Rotterdam.

L'approche adoptée dans ce projet vise à conduire une analyse détaillée des conditions locales, notamment, en matière d'instruments législatifs, de politiques, d'infrastructure de gestion des déchets SAO, etc. Cette analyse servira de point de départ pour l'élaboration d'une stratégie nationale visant à améliorer les capacités de gestion écologique et la destruction des stocks de SAO.

C'est dans le cadre de l'analyse détaillée des conditions en Tunisie qu'un inventaire des réfrigérants pour l'année 2015 a été élaboré avec l'appui du projet.

Cet inventaire servira de base pour la stratégie d'atténuation du stock de SAO qui sera mise en place ultérieurement par les autorités compétentes. En effet, les résultats de cet inventaire permettront de déterminer les priorités pour la gestion des SAO en termes d'actions à entreprendre. Egalement, ils fournissent les informations nécessaires aux décideurs pour statuer s'il serait plus adéquat de détruire ces substances en local ou bien de les exporter afin d'assurer leur destruction dans d'autres pays.

Ce rapport présente les travaux de l'inventaire qui ont mené à déterminer: La banque totale des réfrigérants dans le pays, le potentiel de la banque totale disponible pour la gestion et la banque réellement disponible pour la gestion.

Ce document parcourt les méthodologies adoptées pour l'établissement de l'inventaire pour l'année 2015, le processus de collecte des données, les sources des données, les hypothèses considérées ainsi que les résultats en termes de banques en SAO et de potentiel disponible de la banque pour la gestion.

Le présent inventaire couvre les substances susmentionnées, à savoir : les chlorofluorocarbures (CFC), les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et hydrofluorocarbure (HFC). Les résultats des calculs, par contre, montrent les banques en SAO (HCFC et CFC). Les substances HFC sont considérés étant recyclés ou régénérés et non détruits.

Les projections futures des banques ont été calculées quand les informations disponibles le permettaient. Ces calculs seraient intéressants à exploiter pour identifier l'infrastructure nécessaire à mettre en place en termes, notamment, de moyens technologiques pour la régénération, le recyclage ou la destruction des fluides frigorigènes.

Les résultats de l'inventaire sont exprimés en Tonnes métriques mais pourraient aussi être exprimés en terme d'ODP ou de GWP. Toutes les hypothèses pourraient être remises en question si des informations supplémentaires étaient mises à disposition.

2 Approche méthodologique

Cet inventaire a été conduit selon les lignes directrices du chapitre 7 du volume 3 du GIEC 2006. Plus concrètement, l'inventaire a été établi selon une approche de niveau 1 (Tier 1) qui se base sur la consommation nationale en substances chimiques ainsi qu'une approche plus détaillée de niveau 2 (Tier2) qui se base sur un comptage des équipements utilisés dans le secteur de

la RAC. Le recours à ces approches permet de croiser leurs résultats respectifs et s'assurer de la cohérence et de l'exactitude de l'inventaire.

Le tableau 1 présente les différents sous-secteurs spécifiques au secteur de la RAC et qui ont été inclus dans les travaux de niveau 2 (Tier 2).

Tableau 1: Sous-secteurs spécifiques au secteur réfrigération et climatisation (RAC)

Sous-secteur	Systèmes
Système de climatisation individuelle	Système monobloc Système split Système split gainable
Système de climatisation centralisée	Système rooftop Multi-split Système à fluide frigorigène variable (VRV, DRV, etc...) Groupe d'eau glacée pour la climatisation
Froid domestique	Réfrigérateur domestique
Froid commercial	Unité autonome Unité de condensation Unité centralisée dans le secteur de la GD
Froid industriel	Unité intégrale ¹ Unité de condensation Système centralisé Groupe d'eau glacée pour les process industriel
Transport Frigorifique	Camions/remorques réfrigérés

2.1 Méthode de niveau 1 (Tier 1)

Une approche du haut vers le bas (top-down) a été menée pour estimer les banques de SAO pour les fluides frigorigènes. L'approche est basée sur les données de consommation nationale, qui sont déclarées conformément à ce que prévoit l'article 7 du Protocole de Montréal.

L'approche de niveau 1 (Tier 1) a permis d'établir une estimation sommaire de la banque de SAO et est principalement utilisée pour valider et vérifier de façon croisée les résultats de l'approche de niveau 2 (Tier 2).

¹ Les unités intégrales sont très peu existantes en Tunisie (exemple : chambre froide vendue en Kit assemblé avec les équipements frigorifiques associés)

Les données de consommation de l'approche de niveau 1 comportent la production, l'importation et l'exportation de SAO en masse conformément à la définition de la consommation dans le cadre du Protocole de Montréal.

La consommation a été attribuée au secteur du RAC et au secteur des mousses PU rigide considérés comme principaux secteurs consommateurs de SAO, ainsi qu'aux «Autre» secteurs couvrant toutes les utilisations qui conduisent à des émissions instantanées et ne constituent donc pas une banque tels que les aérosols, les solvants, les agents de stérilisation, les agents de traitement, les inhalateurs doseurs, etc.

2.1.1 Calcul des banques de SAO pour le secteur de la réfrigération et de la climatisation

Le calcul est basé sur la méthodologie des lignes directrices de bonnes pratiques de l'IPCC 2006 pour le niveau 1a (équation 7.2A)². La formule considère que tous les produits chimiques qui ne sont pas émis constituent les banques. Les SAO contenues dans les produits et les équipements utilisés³ représentent la partie la plus importante de la banque dans le secteur des RAC.

La banque de SAO est définie comme «accessible» si les SAO peuvent être récupérées lorsque les produits et les équipements entrent dans le flux de déchets lors de leur mise au rebut. Les équipements et les produits qui finissent par être mis en décharge ou sont laissés ou traités dans des sites illégaux sont considérés comme «perdus» et ne sont donc pas inclus dans la banque accessible.

Formule de calcul pour le niveau 1er

$$Bank_y = Consumption_y * (1 - EF_{fy}) + Bank_{y-1} * (1 - EF_{bank}) - EOL_y$$

$$EOL_y = Consumption_{y-LT} * R_{ic}$$

Où

y	Année
LT	Durée de vie de l'équipement contenant le réfrigérant
EF_{fy}	Facteur d'émissions au cours de la première année, en tenant compte des pertes de transport, des talons de conteneurs, etc.
EF_{bank}	Facteur d'émissions de la banque, tenant compte des fuites de réfrigérant pendant l'utilisation
EOL	Réfrigérant contenu dans un équipement mis hors service
R_{ic}	Pourcentage de la consommation utilisée pour le premier remplissage de l'équipement (contrairement au remplissage pendant l'entretien)

Les facteurs appliqués se trouvent dans le tableau 2.

Tableau 2: Facteurs appliqués pour calculer la banque de SAO en réfrigération et en climatisation

EF _{fy}	10%
EF _{bank}	20%
Lifetime	20
RIC	1/3

2.1.2 Calcul des banques de SAO dans le secteur des mousses

La formule pour le calcul de la banque dans le secteur de la mousse repose sur des hypothèses pour la mousse à cellules fermées définies par Gamlen dans les lignes directrices du GIEC 2006.

La même logique s'applique que dans le secteur RAC : tous les produits chimiques qui ne sont pas émis font partie de la banque.

Formule de calcul pour le secteur de la mousse

$$Bank_y = Consumption_y * (1 - EF_{fy}) + Bank_{y-1} * (1 - EF_{bank}) - EOL_y$$

$$EOL_y = Consumption_{y-LT} * (1 - EF_{fy} - EF_{bank} * LT)$$

Où

y	Année
LT	Durée de vie de l'équipement contenant le réfrigérant
EF_{fy}	Facteur d'émissions au cours de la première année, en tenant compte des pertes de transport, des talons de conteneurs, etc.
EF_{bank}	Facteur d'émissions de la banque, tenant compte des fuites de réfrigérant pendant l'utilisation
EOL	Réfrigérant contenu dans un équipement mis hors service

Tableau 3: Facteurs appliqués pour calculer la banque de SAO dans le secteur des mousses

EF _{fy}	10%
EF _{bank}	2%
Lifetime	20
Blowing agent left at EOL (% of Initial Charge)	50%

2.2 Méthode de niveau 2 (Tier 2)

Cette approche considère les variations annuelles des ventes et de stocks des équipements utilisés dans le secteur du RAC contenant des fluides frigorigènes de type CFC, HCFC et HFC est plus précise que l'approche de niveau 1 (Tier 1).

D'une manière analogue à l'approche niveau 1 (Tier 1), les variations annuelles des ventes et des stocks d'équipement sont utilisées pour calculer le montant total de la banque. Dans cette approche ce sont les valeurs des ventes annuelles en équipement plutôt que les consommations annuelles en substances chimiques qui sont considérées. A partir du moment que le nombre des équipements en stock a été identifié, la multiplication par la charge moyenne en fluide frigorigène permet de calculer la banque des SAO. Ce calcul a été effectué pour chaque sous-secteur du secteur de la RAC tout en considérant les différents fluides frigorigènes qui sont en utilisation. Dans une seconde phase, le potentiel en SAO disponible pour la gestion est estimé sur la base de la durée de vie des équipements et en prenant en considération les équipements qui sont mis au rebut à la fin de leur vie.

Finalement, un facteur d'efficacité du système de collecte est appliqué considérant que seulement une partie des équipements est collectée à la fin de leurs vies et que les substances SAO qui y sont contenues sont récupérées. Le facteur actuellement appliqué dans l'inventaire est de 5% et est basé sur l'expérience des autres pays A5 (5% des équipements sont collectés et les fluides frigorigènes qui y sont contenus sont proprement récupérés).

² IPCC 2006, Chapter 7, page 7.14

³ Bien que la banque soit appelée «ODS contenue dans l'équipement utilisé», l'approche ne vise pas les quantités d'équipement pour calculer les banques.

3 Collecte des données

Dans la stratégie durable d'atténuation des émissions des SAO, le facteur de 5% pourrait représenter un objectif à court terme.

L'approche adoptée pour le froid industriel consiste sur la base de ratio identifié lors de «l'enquête terrain» effectuée en Tunisie en rapportant les puissances frigorifiques installées par type de produit alimentaire. Ensuite, à travers les ratios identifiés, la quantité de fluide frigorigène existante dans ce sous-secteur a pu être estimée pour toute la Tunisie.

Pour le froid commercial, c'est sur la base de ratio de quantités de fluide frigorigène par m² de surface de vente ou de quantité de fluide frigorigène par type de commerce que les quantités de SAO ont été estimées.

Ces ratios ont été estimés lors de «l'enquête terrain» réalisée en Tunisie entre mai et juillet 2017.

La collecte des données a été réalisée en deux temps. Dans un premier temps, elle a consisté à demander les informations disponibles auprès des différents partenaires locaux du projet GIZ/SACO, à savoir : L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), l'Agence Nationale de Gestion des Déchet (ANGED) et l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie (ANME).

Lors de cette première phase de collecte, d'autres parties prenantes ont été impliquées à l'instar de l'Institut National des Statistiques (INS), le Ministère de l'Agriculture et des opérateurs du secteur privé.

Sur la base des données obtenues, une version préliminaire de l'inventaire a pu être établie et discutée avec les différents partenaires du projet en novembre 2016. Cette première version de l'inventaire a permis d'identifier les pistes de son amélioration, notamment, en rendant disponibles certaines données supplémentaires, d'identifier d'autres sources potentielles d'informations pertinentes et de trancher sur certaines hypothèses à considérer.

La deuxième phase de collecte des données a consisté au lancement d'une «enquête terrain». L'objectif de cette enquête est la collecte d'informations et leur analyse statistique afin de compléter les données manquantes de l'inventaire dans sa version préliminaire, de fiabiliser les hypothèses considérées et de finaliser l'inventaire.

3.1 Phase 1 de collecte des données

3.1.1 Les études disponibles

La première source d'information a été les études disponibles au sein des institutions nationales partenaires du projet.

Les principales études utilisées pour le besoin de l'inventaire sont les suivantes :

- 6ème Enquête auprès des clients résidentiels de la STEG 2009,
- Synthèse des six enquêtes quinquennales auprès des clients résidentiels de la STEG 1984-2009,
- Marché de la climatisation individuelle en Tunisie - Présentation des résultats, ANME, 2013,
- Mission de mise en place d'un mécanisme de financement pour le programme PROMOFRIGO - Rapport de la 1ère étape - Proposition du mécanisme financier, ANME, 2012,
- Rapport de la Dernière étape - Finalisation du mécanisme financier et procédures de mise en application, ANME, 2014,
- Mise en place d'un concept pour la filière de gestion des déchets des équipements Electriques et Electronique (DEEE) en Tunisie, ANGED, 2016,
- Synthèse des sept enquêtes Résidentielles auprès des clients Résidentiel de la STEG 1984-2014, STEG, 2015,
- Enquête Climatisation 2013, STEG, 2014,
- Plan directeur des ports de pêche, MARPH, 2008,

Egalement, L'ANPE a fourni les différentes informations disponibles chez l'unité Ozone ainsi que les communications officielles de la Tunisie vers le secrétariat du Protocole de Montréal.

3.1.2 Les données statistiques disponibles

En plus des études disponibles, il a été possible de recourir aux données statistiques et informations accessibles au sein de l'INS, notamment, dans son centre documentaire ainsi qu'au sein du Répertoire National des Entreprises (RNE).

En effet, dans le cadre de ses différents travaux de coordination, de collecte, de traitement, d'analyse et de diffusion de l'information statistique, l'INS établit et agrège différentes données statistiques collectées par plusieurs d'acteurs. Dans ce cadre, une consultation des différentes publications et des méthodes statistiques utilisées par l'INS a été réalisée et plusieurs contacts directs et des demandes d'informations ont été entrepris auprès des services de l'INS tel que la «Direction des statistiques de l'entreprise» et la «Direction de la comptabilité nationale».

Plusieurs documents de référence disponibles dans le centre documentaire de l'INS ou sur son site web ont été consultés. Parmi les documents qui ont été consultés, on cite :

- La classification Tunisienne des produits version de 2002 et la version de 2009.
- La nomenclature d'Activités Tunisienne de 2009 (NAT 2009) NT 120.01-1 (2009).
- Les annuaires statistiques de la Tunisie, qui est une publication annuelle regroupant les principales statistiques collectées et élaborées par le système statistique national tunisien. Ces statistiques portent principalement sur les cinq dernières années. Les 4 éditions consultées ont porté sur les années : 2015, 2014, 2010 et 2006.
- Tunisie en chiffre, publication annuelle des statistiques annuelles.
- Les statistiques du commerce extérieur.

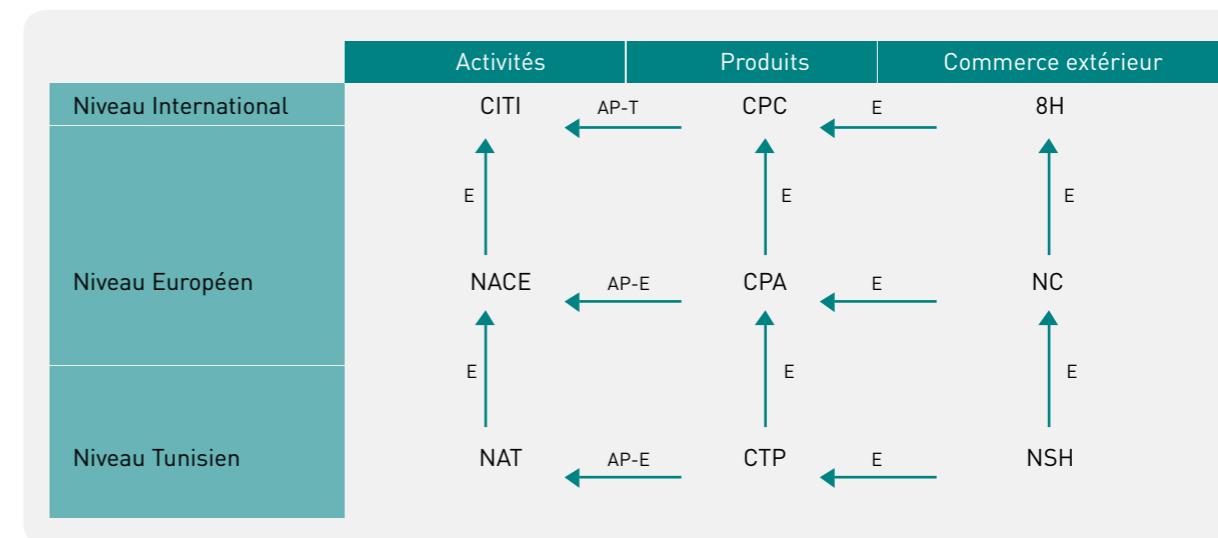
3.1.3 Présentation de la nomenclature tunisienne

La nomenclature utilisée en Tunisie des activités et des produits est la nouvelle nomenclature statistique et douanière confectionnée sur la base du système harmonisé pour lequel la Tunisie a ratifié la convention internationale par la loi N° 87-2 du 6 février 1987, lequel système concerne la désignation et la codification des marchandises.

Cette nouvelle Nomenclature du Système Harmonisé (N.S.H) remplace la Nomenclature du Conseil de Coopération Douanière (N.C.C.D) et présente un certain nombre d'aménagements tels que la prise en considération des nouvelles techniques de fabrication et l'évolution des structures commerciales assurant de la sorte un degré de détails plus poussé requis à des fins tarifaires et statistiques. La N.S.H, qui est à la fois une nomenclature tarifaire et statistique, est codifiée en 11 chiffres pour les besoins douaniers (NDP) et à 10 chiffres pour les besoins statistiques. Toutefois, des modifications ont été apportées à cette nomenclature par la direction des douanes à partir du mois de février 1999 et ce pour introduire la nomenclature combinée de l'Union européenne au niveau des 7ème et 8ème caractères.

Ci-dessous une présentation du réseau des principales nomenclatures d'activités et de produits disponible au niveau Tunisien et leurs relations avec les niveaux européens et internationaux.

Figure 1: Réseau des nomenclatures d'activités et des produits en Tunisie



Le travail documentaire entrepris, à ce stade, a permis de figer le nombre et le type d'information disponible auprès de l'INS et de comprendre le fonctionnement de l'interface des données disponibles entre le niveau Tunisien et le niveau international.

Enfin, pour compléter la collecte d'informations, des interactions avec d'acteurs économiques a été parfois nécessaires.

3.1.4 Les sources de données utilisées pour l'approche niveau 1 (Tier 1)

La source des données utilisée pour l'approche Tier 1 a été principalement les communications officielles de l'unité ozone vers le secrétariat du Protocole de Montréal en ce qui concerne les importations de CFC et de HCFC. Egalement, les données disponibles auprès du commerce extérieur de l'INS ont représenté une deuxième source d'information, notamment, pour les importations des HFC ou d'autres fluides frigorigènes de substitution.

3.1.5 Les sources de données utilisées pour l'approche niveau 2 (Tier 2)

Plusieurs sources de données statistiques et d'études ont été consultées et étudiées pour l'alimentation de l'inventaire en données, ci-dessous un récapitulatif par type de données.

Les données en relation avec les tailles du marché des réfrigérateurs ménager et des unités autonomes de réfrigération ont été récupérées auprès des études élaborées par l'ANME dans le cadre du développement du programme PROMOFRIGO et des études élaborées par l'ANGED dans le cadre des études de faisabilité du centre de traitement des Déchets électriques et électroniques (D3E) réalisées dans le cadre d'un projet de coopération avec l'Agence de coopération Coréenne «KOICA».

Ces mêmes données ont été par la suite mises à jour et complétées par d'autres données disponibles auprès des services de l'INS ou des services de la douane.

Les données en relation avec la taille annuelle du marché de la climatisation individuelle ont été récupérées auprès des résultats de «l'étude du marché de la climatisation individuelle en Tunisie», réalisée par l'ANME en 2013.

La deuxième source a été l'enquête nationale de la climatisation 2013, réalisée par la STEG. Une troisième source d'information a été les études de marché faites par des cabinets d'études économiques ainsi que des entretiens et des échanges avec les acteurs locaux de la climatisation individuelle en Tunisie.

Les données en relation avec les consommations nationales de produits alimentaires : viande, lait, bière, vin, datte, produits de la pêche, boissons, etc. ont été récupérées auprès des publications de l'INS, des GI et de l'API.

Les données en relation avec les nombres d'établissements existants dans la réfrigération commerciale tels que les cafés, restaurants, commerces de détail de viande, de produits de la mer, de produits laitiers, boulangeries, commerces d'alimentation générale, commerces de fruits secs, ont été récupérées auprès des services RNE de l'INS.

Le nombre des hypermarchés, supermarché et supérette a été récupéré suite à un croisement d'information entre les données disponibles auprès des services de l'INS (qui ne dispose que du nombre des entités légales) avec les données recueillies directement auprès du management de certaines enseignes ainsi qu'avec des données recueillies dans des études de marché du secteur de la grande distribution. Ces études ont été, principalement, élaborées par les intermédiaires en bourse locaux car deux parmi les trois plus grandes enseignes de la grande distribution en Tunisie sont cotées à la bourse de Tunis.

Le nombre des hôpitaux et des cliniques a été recueilli aussi auprès des publications de l'INS.

Le nombre des stations de services a été obtenu auprès d'article de presse et auprès des différents sites web des entreprises.

Le nombre des voitures, des camions et des autocars a été repris des publications de l'INS.

Le nombre des véhicules de transport réfrigéré a été récupéré auprès du ministère du transport pour l'année 2012 et complété par des informations recueillies suite à des entretiens avec des responsables et des opérateurs du secteur.

3.2 Phase 2 de collecte de données «l'enquête terrain»

3.2.1 Objectif

Suite à la première phase de collecte des données, une enquête a été lancée ayant pour but de collecter les informations sur le terrain auprès des opérateurs économiques et les analyser statistiquement avec les différents types d'équipements utilisés dans le secteur de la Refroidissement et du Conditionnement d'Air (RAC) et des types de gaz réfrigérants utilisés au niveau Tunisien.

Cette enquête permet de fiabiliser et finaliser les hypothèses ayant conduit aux résultats préliminaires de l'inventaire national des stocks de SAO.

3.2.2 Le déroulement de cette enquête

Cette enquête s'est déroulée sur plusieurs étapes :

- Etape de collecte de données sur le marché des équipements RAC en Tunisie.
- Etape de collecte de données auprès de divers acteurs disposants d'informations agrégées pertinentes comme les groupes interprofessionnels sectoriels, agence des ports et des installations de pêche, la douane, le ministère de l'industrie, etc. Ces structures ont été contactées via des courriers officiels incluant des questionnaires et lors de «l'enquête terrain» un accompagnement au remplissage des questionnaires a été exécuté. Cette phase de collecte a été concluante et a permis d'accéder à des informations pertinentes.
- Cette étape a été réalisée à travers des visites d'installations dans les secteurs de la réfrigération industrielle ainsi que dans les secteurs de l'hôtellerie, de la santé, dans banques, des transports, de la grande distribution, divers autres types d'établissement commerciaux, etc.
- des interviews ont été conduites pour confirmer les hypothèses techniques considérées pour les équipements de RAC en Tunisie.
- Le traitement statistique des données collectées.

3.2.3 Descriptif des secteurs visités et des informations collectées

Sur la base des résultats de l'inventaire préliminaire un ensemble de secteurs utilisant les équipements de RAC a été ciblé afin de d'améliorer l'inventaire et le finaliser.

Les 3 secteurs identifiés dont la caractérisation supplémentaire des installations de RAC nécessite une amélioration sont les suivants :

- La climatisation fixe,
- Le froid commercial,
- Le froid industriel.

Le contenu ainsi que les types d'informations collectées pour chaque secteur sont compilés comme suit.

3.2.3.1 Le secteur de la climatisation fixe

Pour identifier les caractéristiques des installations de climatisation fixe, la collecte terrain a inclus la visite d'un certain nombre de bâtiments et a caractérisé les types de systèmes de climatisation et les capacités de refroidissement installées ainsi que les quantités et les types de fluide frigorigène utilisés et la durée de vie moyenne des systèmes de refroidissement.

Les types de bâtiments visités sont : hôtel, banque (Agence et siège), aéroport, hôpital, clinique, points de vente de la grande distribution.

Dans le cadre de ces mêmes visites, le bureau d'études a caractérisé les unités de condensation existantes dans certain type de bâtiment.

3.2.3.2 Le secteur du froid commercial

- *Les unités de condensation :*

Les unités de condensation sont utilisées à des fins diverses dans la réfrigération commerciale. Ces systèmes peuvent être trouvés par exemple dans les emplacements suivants : boucherie, poissonnerie, boulangerie, vente boisson, vente alimentaire détail, station d'essence, café, etc.

La tâche a consisté à identifier d'autres types importants d'emplacements utilisant des unités de condensation. Ensuite, des visites terrains ont été pour identifier les paramètres techniques des systèmes, par exemple le type de réfrigérant, la puissance des équipements installés, la quantité et les types des fluides frigorigènes, la durée de vie moyenne des systèmes.

- *Systèmes frigorifiques dans le secteur des supermarchés :*

Des visites sur sites ont eu lieu au sein des supermarchés/ hypermarchés/mini-markets pour identifier le type de fluide frigorigène et les types des systèmes frigorifiques utilisés (en grande majorité des systèmes centralisés), la quantité de fluide frigorigène par m² de surface de vente, la durée de vie moyenne du système de réfrigération, etc.

3.2.3.3 Le secteur du froid industriel

Des interviews avec des intervenants possédants ou gérants des installations de froid industriel ont été réalisées pour identifier et vérifier la capacité de refroidissement installée par tonne d'aliment / boisson qui doit être refroidie annuellement.

Les produits alimentaires suivants ont été ciblés :

- Bière
- Vin
- Viande rouge et blanche : abattoir et unités de transformation et de conservation
- Les centrales laitières de collecte et de transformation
- Les unités de transformation des produits de la pêche
- Les entrepôts frigorifiques de fruits et de légumes
- Les unités de production de boissons

Lors de la collecte terrain, la proportion et le type de réfrigérant par quantité annuelle de denrées alimentaires produites a été identifiée pour tous les systèmes frigorifiques visités suivant les différentes typologies et pour les différents niveaux de température :

- Froid positif, production de froid directe ou indirecte.
- Froid négatif en mode de production de froid directe uniquement.

3.2.4 Etendu des visites de terrain

Plus que quarante visites terrain et plusieurs entrevues avec des propriétaires d'installations fonctionnelles utilisant des équipements RAC ont été réalisées et réparties par type de secteur comme suit :

- Dans le secteur de la climatisation fixe
 - trois hôtels
 - plusieurs banques
 - un aéroport
 - un hôpital
 - deux cliniques
- Dans le secteur du froid commercial
 - unités de la grande distribution : hypermarché, supermarché et mini-market
 - quelques unités de vente de détail : boucherie, poissonnerie, boulangerie, épicerie, station d'essence, café, restaurant
- Dans le secteur du froid industriel
 - deux entrepôts de stockage frigorifique dans le domaine des fruits et légumes
 - deux installations dans le secteur du vin et de la bière.
 - installations dans le secteur de la pêche
 - installations dans le secteur de la viande rouge et blanche : abattoirs et unité de transformations

Installations dans le secteur du lait : centrale laitière de collecte et de transformation ainsi que des unités de transformation uniquement dédiées à la collecte du lait ou à la production de produits dérivés comme le yaourt.

3.2.5 Les hypothèses consolidées par l'enquête terrain

Les hypothèses de «l'inventaire préliminaires» consolidées par «l'enquête terrain» ont été les suivantes :

- Secteur de la «Climatisation fixe» : Les informations nécessaires pour le calcul du stock de SAO des systèmes de climatisation centralisée (GEG, rooftops, etc.) en Tunisie ainsi que les charges initiales et les types des «Fluide frigorigène» pour ces systèmes.
- Secteur du «Froid commercial» : les charges initiales et les types de systèmes et de fluide frigorigène par type de commerce.
- Secteur du «Froid commercial» sous-secteur grande distribution : les charges initiales (en fluide frigorigène) par m² de surface de vente et les type de fluide frigorigène par type de magasin ainsi que les pourcentages de froid positif par rapport au négatif ainsi que les types des systèmes.
- Secteur du «Froid industriel» : ratio sectoriel en kW froid installé par tonne produite annuellement de denrées alimentaires ainsi que les types de système et la charge initiale et le type de fluide frigorigène par type de système pour les différents secteurs agroalimentaire utilisant des équipements RAC : viande (rouge/blanche), produits de la pêche, produits laitier, boisson, entreposage frigorifique, bière, vin, etc.
- La durée de vie moyenne des équipements du secteur RAC.

Lors de la phase analyse statistique, les ratios suivants ont été identifiés :

- Les types des systèmes de climatisation ainsi que la puissance de climatisation en kW installée par m² (ou par lit) par type de bâtiment : hôtel, banque, clinique, hôpital, aéroport, point de vente de la grande distribution ainsi que les types de fluide frigorigène par type de système de climatisation en Tunisie.
- La Puissance installée et les types de système de refroidissement en «froid commercial» installés par m² de surface de point de vente de la grande distribution.
- L'ensemble des ratios utiles à la finalisation de l'inventaire des substances SAO en Tunisie pour l'année 2015.

4 Les résultats de l'inventaire

4.1 L'approche basée sur les fluides frigorigènes niveau 1 (Tier 1)

La figure, ci-dessous, montre le potentiel des émissions (consommation) des CFC, HCFC et HFC en Tunisie.

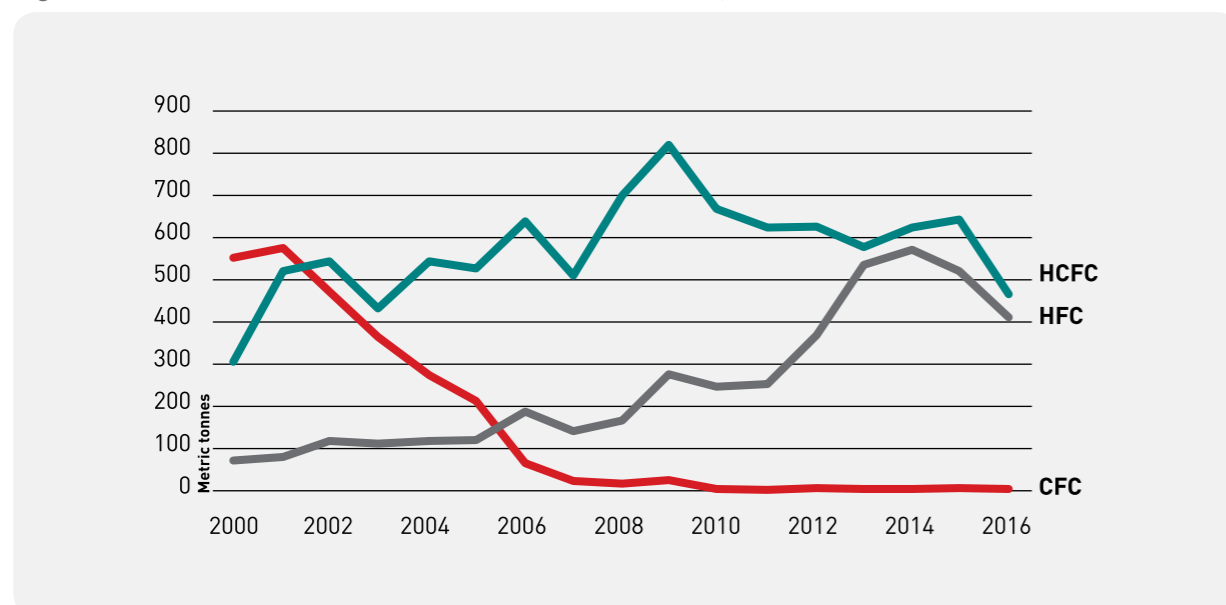
Le succès de la réalisation du plan d'élimination des CFC est clairement visible. Depuis 2010, les substances

de CFC n'ont plus été utilisées et la consommation des HCFC a enregistré un pic vers la même année.

Depuis, la consommation des substances HCFC a diminué et s'est stabilisée à environ 500 tonnes par an.

Par contre, la consommation des substances HFC a augmenté significativement durant les 15 dernières années et cela est dû à l'utilisation de ces substances comme alternatives aux CFC et aux HCFC.

Figure 2: Potentiel des émissions (consommation) des CFC, HCFC et HFC en Tunisie

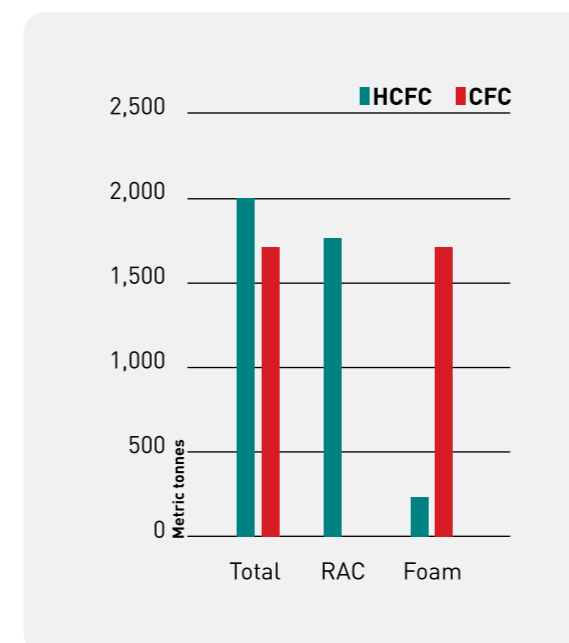


La banque totale de SAO a été estimée en tenant compte de ces chiffres de consommation, les banques reçoivent 1.710 tonnes de CFC et 1.989 tonnes de HCFC. Dans le secteur des RAC, la banque de SAO s'élève à 1.759 tonnes de HCFC, tandis que la banque de SAO dans le secteur des mousses comprend 1.710 tonnes de CFC et 230 tonnes de HCFC.

La quantité de SAO potentiellement disponible pour la gestion est évidemment plus petite. Elle est évaluée à 26 tonnes de HCFC dans les secteurs du RAC alors que le CFC a déjà disparu selon le calcul. Dans le secteur

de la mousse, 101 tonnes de CFC sont, éventuellement, disponibles pour la gestion. Les agents d'expansion de type HCFC ne sont pas encore disponibles, car ce groupe de substances a été introduit à partir de l'année 2000 et les produits en mousse ont généralement une longue durée de vie d'environ 20 ans. Ainsi, HCFC contenus dans des produits en mousse n'ont pas encore pénétré le flux de déchets.

Figure 3: Banque totale de SAO en Tunisie répartie entre le secteur RAC et le secteur de la mousse



L'application d'un facteur de récupération de 5% engendrerait une quantité plus réaliste de SAO disponible pour la gestion. Par conséquent, 1,3 tonnes de HCFC pourraient être gérées efficacement dans le secteur de la RAC et 5,1 tonnes de CFC dans le secteur des mousses.

4.2. L'approche basée sur les équipements niveau 2 (Tier 2)

4.2.1 Présentation de la banque des réfrigérants

Le stock total de réfrigérants pour l'année 2015 est estimé à environ 3.511 tonnes. La répartition de ce stock par sous-secteurs et par type de réfrigérants est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4: Répartition du stock des réfrigérants par type et par sous-secteurs

Sous-secteurs	CFC	HCFC	HFC	HC	Total Réfrigérants	Total SAO
Climatisation individuelle	0	2 127	153	0	2 279	2 127
Réfrigérateur ménager	22	0	277	5	304	22
Froid Commercial	4	113	243	0	359	116
Equipements autonomes	4	0	60	0	4	64
Unités de condensation	0	94	172	0	266	94
Systèmes centralisés	0	18	11	0	29	18
Froid Industriel	0	20	42	38	100	20
Transport frigorifique	0	0	249	0	249	0
Climatisation centralisée	0	101	118	0	219	101
Total	26	2 361	1 082	42	3 511	2 386

Les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) sont estimées à 2.386 tonnes soit environ 68% du stock des réfrigérants pour l'année en question avec une dominance du HCFC. Il est suivi par le HFC qui représente 31% de ce stock. Les quantités des hydrocarbures est encore négligeable avec une part de seulement 1% se trouvant dans les sous-secteurs des réfrigérateurs ménagers et du froid industriel.

Le sous-secteur de la climatisation individuelle présente la plus grande part de réfrigérants évaluée à 65% suivie par les sous-secteurs du froid commercial et de réfrigération domestique avec, respectivement, 10% et 9%.

4.2.2 La climatisation individuelle

4.2.2.1 Estimation du marché et du stock d'équipements de la climatisation individuelle

Le nombre d'unité d'appareil de climatisation individuelle vendu en Tunisie par an sur la période 2000-2016 a été reconstitué en s'appuyant sur plusieurs études et sources de données tel que détaillé dans ce qui suit.

L'ANME a réalisé en 2013 une étude du marché de la climatisation individuelle. Cette étude s'est basée sur l'enquête de la climatisation de la STEG de 2013 ainsi que sur des échanges avec les différents fabricants pour estimer la part du marché parallèle et pour caractériser le marché de la climatisation individuelle en Tunisie pour la période allant de 2009 à 2013.

L'enquête de la climatisation réalisée par la STEG en 2013 permet d'identifier le nombre d'équipements de climatisation individuelle existant en Tunisie en 2013. Les différentes enquêtes résidentielles réalisées par la STEG permettent d'identifier le parc global en climatiseur existant chez les ménages.

Pour estimer la taille du marché pour les années 2014, 2015 et 2016, la version préliminaire de l'inventaire a supposé (à partir des données de 2009-2013 de l'étude de l'ANME) une croissance annuelle des ventes (à partir de 2013) de l'ordre de 21%, mais, la taille du marché résultante en 2015 dépasse du double du marché existant selon l'avis des fabricants.

Pour pallier à cette lacune au niveau de l'inventaire, des échanges ont eu lieu avec deux fabricants locaux. Ces échanges ont abouti à la proposition des options suivantes à prendre en considération ; la première suggère de considérer une taille du marché en 2015 de l'ordre de 60% de celle estimée par l'ANME en 2013. La deuxième option serait d'envisager 2 scénarios d'évolution du marché pour 2014 et 2015 tout en considérant que le marché estimé par l'étude du marché de la climatisation individuelle pour la période 2009-2013 est une donnée fiable.

Par la suite, une moyenne des 2 options considérées a été retenue dans le cadre des travaux d'inventaire pour estimer la taille du marché pour 2014-2015 et 2016. En utilisant les données présentées par «l'étude du marché de la climatisation individuelle en Tunisie» et l'enquête STEG 2013 ainsi que les moyennes des 2 options possibles pour 2014-2015 et 2016, une estimation du nombre total d'unités vendues par an ainsi que l'évolution annuelle du stock d'équipement de climatisation individuelle en Tunisie a été réalisée et présentée en Annexe de ce document.

Il est à rappeler que cette approche a permis de reconstituer l'évolution du parc national des climatiseurs individuels et, ainsi, le volume global des ventes annuelles quel que soit leurs provenances, à savoir : les circuits de distribution légaux et le marché parallèle.

4.2.2.2 Hypothèses considérées pour l'estimation du stock en SAO

En ce qui concerne le type de fluide frigorigène utilisé dans les équipements vendus, l'hypothèse émise, suite à des concertations avec les fabricants, considère une utilisation uniquement du HCFC-R22 sur la période 2000-2015 et une pénétration du R410A à partir de 2012 avec un taux de 5% des nouveaux équipements vendus. Cette tendance est maintenue pour la suite de la période.

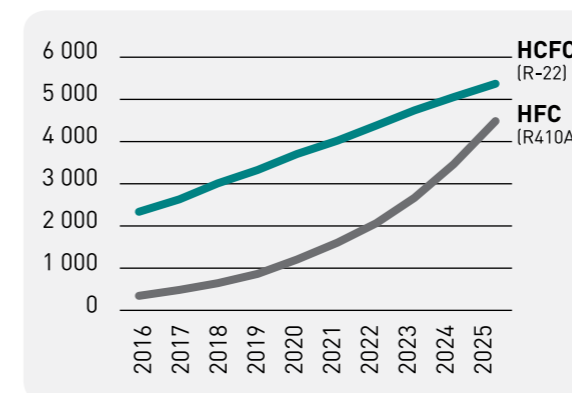
La durée de vie des équipements considérée est de 15 ans.

La masse en fluide frigorigène par unité de climatisation individuelle a été estimée en moyenne à 1kg sur les 15 dernières années, cette valeur correspond à la charge moyenne d'un climatiseur individuel en Tunisie et a été confirmée suite aux différents échanges avec les fabricants locaux.

4.2.2.3 Résultats pour le sous-secteur de climatisation individuelle

Le sous-secteur présente, en 2015, un stock de réfrigérants de l'ordre de 2.279 tonnes avec une dominance du gaz HCFC-R22 qui représente 93% contre 7% pour le HFC-R410a.

Figure 4: Projection du stock de réfrigérants pour le secteur de la climatisation individuelle sur la période 2016-2025

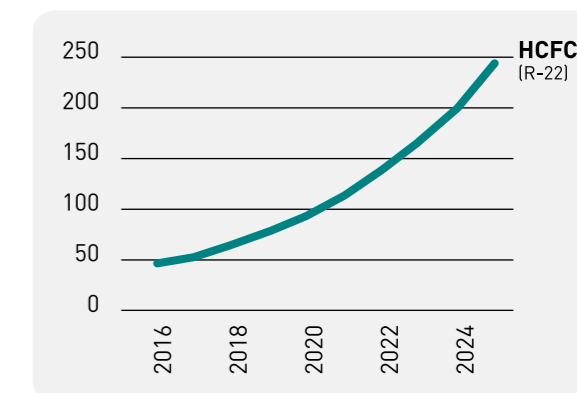


Tenant compte des hypothèses considérées, le potentiel de SAO en HCFC-R22 disponible pour la gestion est estimé à 35 tonnes. En appliquant un taux de collecte de 5%, la quantité de SAO réellement disponible à la gestion serait de l'ordre de 2 tonnes en 2015.

Les figures suivantes donnent les projections sur la période 2016-2025 de la banque de SAO en HCFC-R22 ainsi que le potentiel disponible à la gestion provenant du sous-secteur de la climatisation individuelle.

Les projections estiment que la banque de SAO en HCFC-R22 serait multipliée par un facteur 2,5 en 2025 par rapport à l'année 2015 passant à 5.377 tonnes. Par ailleurs, celui du HFC-R410a passerait à environ 4.500 tonnes en 2025 contre 153 tonnes en 2015. D'un autre côté, Le potentiel qui serait disponible à la gestion passerait, quant à lui, à 236 tonnes en 2025 contre 35 tonnes en 2015. Le potentiel de HFC pour la gestion serait disponible à partir de 2026 tenant compte de l'année d'introduction des climatiseurs avec une charge en HFC-R410a était 2012 et que la durée de vie de ces équipements a été considérée à 15 ans.

Figure 5: Projection du stock disponible pour la gestion dans le secteur de la climatisation individuelle sur la période 2016-2025



4.2.3 La climatisation centrale

4.2.3.1 Les informations disponibles

Les équipements utilisés pour la climatisation centrale sont :

- Les chillers ou GEG.
- Les rooftops.
- Les multi-splits.

Les systèmes à débit variable VRV, DRV, etc.

Au cours de l'enquête terrain, différents sites ont été

visités utilisant ces systèmes de climatisation. Pour les sites choisis, la capacité spécifique de refroidissement installée par mètre carré (par exemple dans les banques et les aéroports) ou par lit (par exemple dans les cliniques et les hôtels) a été déterminée et est présentée dans le tableau suivant.

De même, la quantité de réfrigérant par capacité de refroidissement installée (kg/kW) a été déterminée en tenant compte des différents réfrigérants utilisés.

Tableau 5: Paramètres dérivés de «l'enquête terrain SAO» pour estimer les banques de réfrigérant

Type Bâtiment	Unité	Froid installée (kW/unité)	Charge du réfrigérant (Kg/kW)
Hôtel	lits	4	0,192
Hôpitaux	lits	5,49	0,221
Cliniques	lits	10,57	0,203
Banques (Siège)	m2	0,13	0,202
Agences de Banques	m2	0,18	0,319
Aéroport	m2	0,29	0,208

Avec les données statistiques au niveau national sur le nombre total de mètres carrés / lits où le refroidissement est nécessaire, la banque totale de frigorigènes peut être estimée. Les données statistiques nationales sont issues du portail national de la santé⁴ et du site Association Professionnelle Tunisienne des Banques et des Etablissements Financiers (APTBEF)⁵.

4.2.3.2 Estimation du stock en SAO

A partir des résultats de «l'enquête terrain SAO», la distribution par type de fluide frigorigène par type de système de climatisation centralisée en Tunisie pour 2016 serait comme présenté dans le tableau suivant.

Tableau 6: Pourcentage par kW installé de chaque fluide frigorigène dans les systèmes de climatisation centralisée

	R22	R134a	R407c	R410a
GEG	33%	51%	10%	4%
ROOFTOP	83%	0%	15%	3%
VRV - DRV - MULTISPLIT				100%
GENERAL	50%	35%	10%	5%

Sur la base des hypothèses précédentes et du croisement des différentes sources d'informations disponibles, le

stock de fluides frigorigènes a été estimé et est présenté dans le tableau suivant par type de réfrigérant.

Tableau 7: Répartition du stock des réfrigérants pour le secteur de climatisation centralisée

	R22	R134a	R407c	R410a	Total
Quantité de réfrigérant (tonne)	101	106	7	5	219

Le stock total de réfrigérant a été estimé, en 2015, à 219 tonnes réparti entre 46% sous-forme de HCFC-R22 et 54% en fluides frigorigènes HFC.

En considérant une durée de vie des équipements de 15 ans, le potentiel de SAO qui serait disponible à la gestion serait de l'ordre de 7 tonnes. En appliquant un taux de collecte de 5%, la quantité de SAO effective disponible à la gestion serait estimée à 0,3 tonnes.

Il est à noter que les données rendues disponibles par les parties prenantes ont porté uniquement sur l'année 2015. Par conséquent, il n'a pas été possible de reconstituer l'évolution historique du parc ni la projection future du stock des réfrigérants.

4.2.4. Les réfrigérateurs domestiques

4.2.4.1 Estimation du marché et du stock des réfrigérateurs domestiques

Le marché des réfrigérateurs en Tunisie a été estimé à partir des données de l'étude PROMO-FRIGO conduite par l'ANME et par les chiffres disponibles au niveau du commerce extérieur.

Les résultats des différentes enquêtes résidentielles réalisées par la STEG ont, également, été utilisés afin d'identifier la part du parc installé en réfrigérateurs entre :

- Secteur résidentiel
- Secteur des entreprises privées et publiques

Les données de l'étude PROMFRIGO s'étalent sur la période allant de 1985 à 2012 et incluent des projections pour la période 2013 à 2017. Les données de l'étude D3E s'étalent, quant à elle, sur la période 2011-2013.

⁴ <http://www.santetunisie.rns.tn/fr/images/articles/csfinale2011.pdf>

⁵ <http://www.apbt.org.tn/reseaux-dagences/>

En utilisant les données du commerce extérieur, une mise à jour des données de l'étude PROMOFRIGO pour la période 2012-2015 a été effectuée.

En ayant recours, aussi, aux résultats des différentes enquêtes résidentielles de la STEG ainsi que les données du commerce extérieur, un modèle de calcul du stock en réfrigérateur à partir de l'année 2009 a été développé.

Ce modèle prend en considération deux facteurs important et impactant la taille du parc en réfrigérateur :

- La considération qu'un certain nombre de réfrigérateur est réparé chaque année via le changement de son compresseur frigorifique ce qui réduit en conséquence la demande déjà calculée en réfrigérateur par l'étude PROMO-FRIGO.
- La mise à jour du modèle de la courbe de survie utilisée dans le cadre de l'étude PROMO-FRIGO en augmentant la durée de vie des réfrigérateurs réparés.

Le nombre de réfrigérateurs réparés considéré par an a été estimé à environ 4% du nombre total de réfrigérateur.

Comme pour le sous-secteur de la climatisation individuelle, cette approche a permis de reconstituer l'évolution du parc national des climatiseurs individuels et, ainsi, le volume global des ventes annuelles quel que soit leurs provenances, à savoir : les circuits de distribution légaux et le marché parallèle.

Tableau 8: Pénétration et substitution supposées pour fluides frigorigènes depuis 1997

	1997	1998	1999	2000	2015	2016	2017	2018
CFC (R-12)	75%	50%	25%	0%		0%	0%	0%	0%
HFC (R-134a)	25%	50%	75%	100%		75%	50%	25%	0%
HC (R-600a)	0%	0%	0%	0%		25%	50%	75%	100%

En Annexes, sont présentées la taille du marché annuel des réfrigérateurs ménagers en Tunisie et l'évolution du stock en équipements.

4.2.4.2 Autres hypothèses considérées pour l'estimation du stock en SAO

Les réfrigérateurs par parc tunisien des réfrigérateurs sur la période 2000-2015 est chargée avec des fluides frigorigènes de type CFC-R12 et HFC-R134a.

Il a été considéré que la substitution du CFC-R12 par le HFC-R134a s'est déroulée sur 4 années de 1997 à 2000 et que la pénétration de l'hydrocarbure HC-R600a comme substitut au fluide frigorigène HFC-R134a sur le marché local a commencé à partir de 2015 à un taux de 25% des réfrigérateurs vendus.

Il a été estimé que 4 années seraient nécessaires pour que la totalité des réfrigérateurs vendus sur le marché tunisien soient chargés en HC-R600a.

Le tableau, ci-dessous, résume la pénétration du HFC-R134a à partir de 1997 et la pénétration du HC-R600 à partir de 2015. Les chiffres en pourcentage représentent la ventilation par type de fluide frigorigène pour la totalité des réfrigérateurs vendus annuellement en Tunisie.

4.2.4.3 Estimation du stock en SAO

Le secteur des réfrigérateurs domestiques présente, en 2015, un stock de réfrigérants estimé à 304 tonnes. Le fluide

HFC-R134a représente plus de 90% de ce stock avec une quantité évaluée à 277 tonnes. La répartition du stock par type de gaz est donnée dans le tableau ci-dessous.

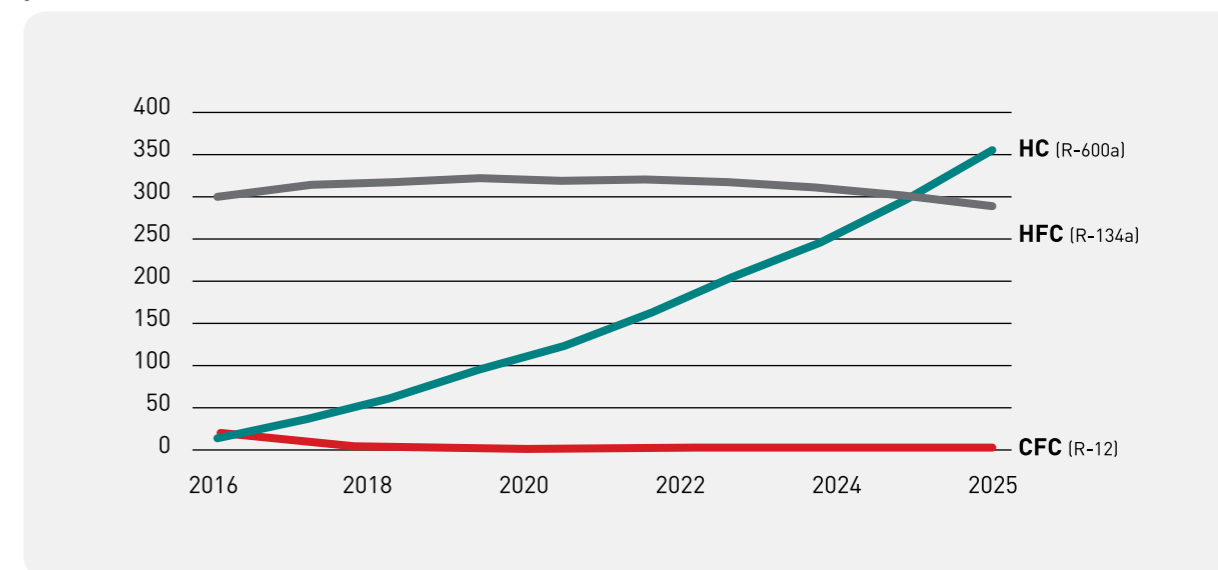
Tableau 9: Répartition du stock des réfrigérants pour le secteur de réfrigération domestique

	R12	R134a	R600a	Total
Quantité de réfrigérant (tonne)	22	277	5	304

Le stock de SAO en CFC-R12 est estimé à 22 tonnes dont 11 tonnes serait disponibles à la gestion en considérant une durée de vie des équipements de 20 ans. Selon l'hypothèse fixant le taux de collecte à 5%, le potentiel réellement disponible à la gestion serait de l'ordre d'une tonne.

Il a été possible de constituer la projection du stock de réfrigérants pour la période 2016-2025 grâce à la disponibilité de l'évolution historique du parc des réfrigérateurs ménagers. La figure, ci-dessous, montre l'évolution future du stock des réfrigérants.

Figure 6: Projection du stock de réfrigérants pour le secteur de la réfrigération domestique sur la période 2016-2025

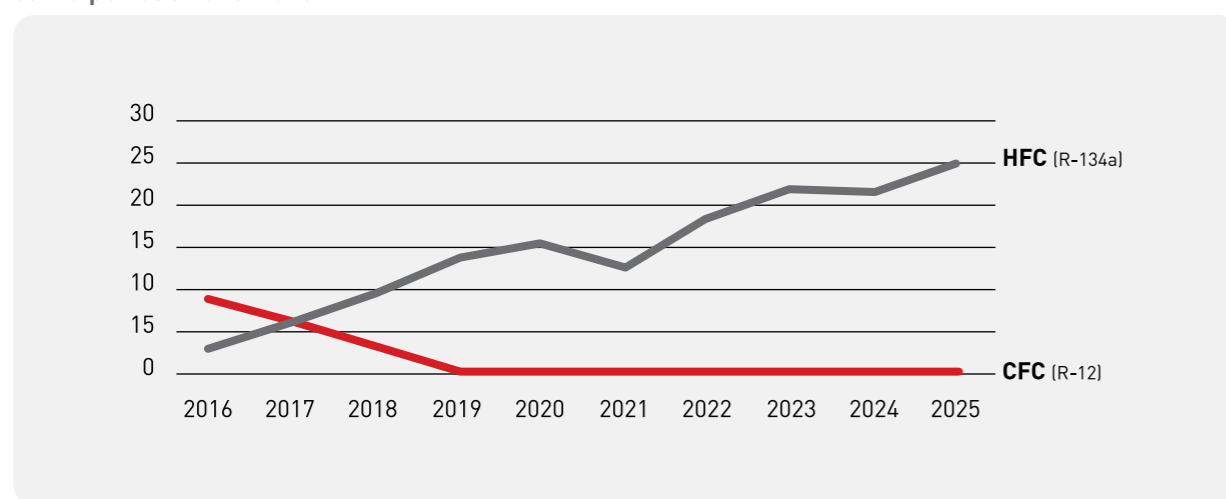


A partir de ce graphique, il ressort que le succès de la politique d'élimination du CFC-R12 sera acté en 2019. Par ailleurs, l'évolution du stock de HFC-R134a révèle les défis de la mise en place d'un plan d'élimination des gaz HFC suite à la ratification de l'amendement de Kigali. En effet, celui-ci enregistrera une stabilité à environ

280 tonnes en raison de la politique d'introduction des hydrocarbures à partir de 2015 dont la quantité atteindrait 341 tonnes.

La figure suivante présente l'évolution du potentiel des réfrigérants qui serait disponible à la gestion sur la période 2016-2025.

Figure 7: Projection du stock disponible pour la gestion dans le secteur de la réfrigération domestique sur la période 2016-2025



Sur la période 2016-2025, le potentiel de réfrigérant disponible à la gestion serait constitué de HFC-R134a qui atteindrait 24 tonnes en 2025.

4.2.5 Froid commercial – Unités autonomes

4.2.5.1 Estimation du marché et du stock des unités autonome

Deux types d'unités autonomes existent : le premier type est représenté par les unités autonomes existantes dans les petits commerces et les cafés et est utilisé pour la simple conservation des produits alimentaires principalement liquide.

Le deuxième type d'unités autonomes est utilisé pour la conservation et l'exposition des produits alimentaires de tout type et qui est présent, également, dans les locaux comme les commerces de détail, les supérettes et les restaurants.

Le stock total des unités autonomes du premier type a été estimé à partir des chiffres présentés dans l'étude D3E en considérant que 66% du nombre de réfrigérateur estimé par l'étude D3E pour l'année 2013 et existant auprès des établissements privés sont des unités autonomes.

Les chiffres de ventes de ce premier type d'unité autonome ont été estimés à partir de la totalité du marché des réfrigérateurs. Il a été supposé que 7 % des ventes de réfrigérateurs sont des unités autonomes de type 1 pour la période 2000 à 2015.

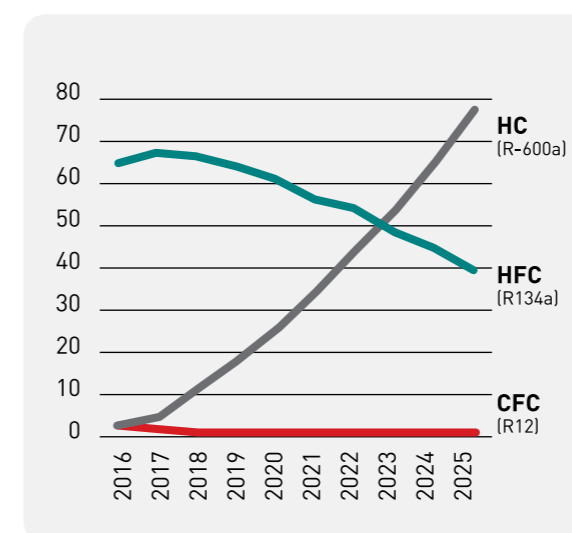
Le deuxième type d'unité autonome a été estimé à partir des données du commerce extérieur.

L'importation, les exportations ainsi que la production nationale ont été estimées sur la base des importations et des exportations des équipements et des composants d'équipements frigorifiques d'un ensemble d'acteurs locaux qui ont été identifiés et qui sont spécialisés dans la fabrication et la commercialisation de ce type 2 d'unités autonomes.

4.2.5.2 Autres hypothèses considérées pour l'estimation du stock en SAO

Les hypothèses utilisées sont presque les mêmes hypothèses que celles utilisées pour les réfrigérateurs. Néanmoins une durée de vie moindre a été considérée. La durée de vie considérée pour les unités autonomes est de 15 années.

Figure 8: Projection du stock des réfrigérants totale dans le sous-secteur des unités autonomes



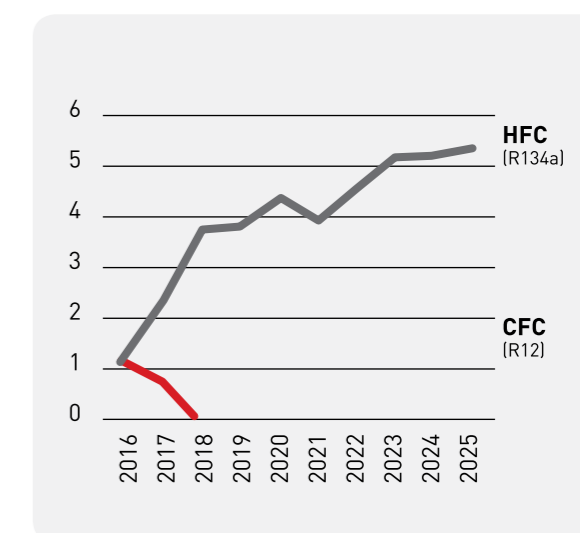
4.2.5.3 Estimation du stock en SAO

Le stock des réfrigérants est constitué, en 2015, de 4 tonnes de CFC-R12 et 60 tonnes de HFC-R134a. 2 tonnes de SAO en CFC-R12 seraient disponibles à la gestion. Le potentiel de SAO qui serait disponible à la gestion en 2015 serait de l'ordre de 2 tonnes de CFC-R12.

Grâce aux données disponibles pour ce sous-secteur, il a été possible de constituer la projection du stock des réfrigérants ainsi que le potentiel pour la gestion sur la période 2016-2025. Les projections sont données dans les figures suivantes.

La projection du stock révèle que l'élimination du CFC-R12 serait effective en à partir de 2018. D'un autre côté, le stock de HFC-R134a serait en déclin au dépend de l'hydrocarbure HC-R600a. Le potentiel de HFC-R134a disponible à la gestion devrait atteindre environ 5 tonnes en 2025.

Figure 9: Projection du potentiel disponible pour la gestion dans le sous-secteur des unités autonomes



4.2.6 Froid commercial – Unités de condensation et systèmes centralisés

des unités de condensation, l'INS fournit le nombre d'établissement par type d'activité principale pour l'année 2015.

4.2.6.1 Estimation du nombre d'établissement

i. Etablissements équipés avec des unités de condensation

Pour le type d'établissement susceptible d'inclure

Le nombre de ces établissements ainsi que le pourcentage d'établissement incluant des unités de condensation sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 10: Type et nombre d'établissements susceptibles d'inclure des unités de condensation

Type de Commerce / d'établissement	Nombre	% d'établissement avec des unités de condensation
Restaurants / café	34 202	100%
Boucherie	15 616	100%
Poissonnerie	2 375	100%
Produit laitiers	1 236	-
Boulangerie	4 399	100%
Commerce Alimentation générale	61 722	-
Vente Alimentaire Détail	15 676	-
Hôpitaux / Clinique	266	100%
Station de service	804	20%

ii. Etablissement équipé avec des systèmes centralisés

Les établissements équipés avec les systèmes centralisés sont principalement les établissements de la grande distribution qui sont les supermarchés et les hypermarchés.

Généralement et dans ce type d'établissement, deux boucles de production de froid en détente directe existent :

- une boucle pour la production de froid positif
- une boucle pour la production de froid négatif

Le nombre de supermarché et hypermarché a été estimé suite au croisement de différentes sources d'informations qui sont :

- les informations disponibles pour les enseignes cotées sur la bourse de Tunis : Monoprix et magasin général
- les informations disponibles sur les sites web des différents enseignes de grande distribution
- les informations disponibles auprès des services de l'INS
- les études disponibles en relation avec le marché de la grande distribution en Tunisie

Le nombre total des supermarchés et des hypermarchés en Tunisie a été estimé à 507 points de vente pour l'année 2015.

4.2.6.2 Autres hypothèses considérées pour l'estimation du stock en SAO

Les charges unitaires en fluide frigorigène par type

de commerce ou de point de vente utilisant le froid commercial issues de «l'enquête terrain» sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 11: Charge unitaire en fluide frigorigène par type d'établissement

Type de Commerce / établissement	Charge moyenne en Fluide frigorigène par Etablissement [kg]
Restaurants / café	4
Boucherie	0,9
Poissonnerie	1
Boulangerie	3,5
Commerce Alimentation générale	1,5
Vente Alimentaire Détail	1,5
Hôpitaux / Clinique	25
Station de service	2
Supermarché / Hypermarché	0,0736 kg / m ²

Pour les unités de condensation, la durée de vie des équipements a été estimée à 10 ans.

La ventilation des types de fluides frigorigènes est illustrée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12: Répartition des fluides frigorigènes par type d'établissement

Type de commerce	% R22	% R134a	% R404A
Café	35%	0%	65%
Restaurants	100%	0%	0%
Boucherie	65%	35%	0%
Poissonnerie	100%	0%	0%
Boulangerie	70%	12%	18%
Hôpitaux / Cliniques	100%	0%	0%
Station-service	0%	100%	0%

Pour les systèmes centralisés existant dans la grande distribution, La durée de vie des équipements a été estimée à 15 ans et la répartition de la charge par

type de fluide frigorigène est considérée comme suit : HCFC-R22 (62%) et le HFC-R404A (38%).

4.2.6.3 Estimation du stock de SAO

Pour les unités de condensation, la banque de réfrigérants a été estimée à 266 tonnes répartie entre 94 tonnes de HCFC-R22 et 172 tonnes de HFC constitués de R134a et R404a. Le potentiel de SAO disponible à la gestion serait de l'ordre de 9 tonnes.

Concernant les systèmes centralisés au sein de la grande distribution, le stock de réfrigérants a été évalué à 29 tonnes constitué de 62% de HCFC-R22 et 38% de HFC-R404a. Le potentiel de SAO disponible à la gestion serait de l'ordre de 1 tonne.

4.2.7 Le froid industriel

4.2.7.1 Les sources de données

Les sources des données en production sont principalement les informations disponibles auprès des services de l'INS, les monographies sectorielles ainsi que les études de positionnement stratégique disponibles auprès des différents acteurs de l'administration tunisienne : ministère de l'industrie, ministère de l'agriculture, Agence de promotion de l'industrie (API), etc.

4.2.7.2 L'approche méthodologique

Les données sur la taille et le type des équipements frigorifiques installés dans le froid industriel représentent une information difficile à obtenir. Ce type d'informations serait parfois disponible pour certain sous-secteur spécifique si un plan directeur ou une étude de positionnement stratégique pour ce sous-secteur a été élaborée.

Et même si cette étude existe, elle serait exploitable uniquement pour caractériser un sous-secteur à une année ou à un intervalle de temps limité et antérieure à la date de l'établissement de cette étude.

C'est pour cette raison et en considérant que la majorité du froid industriel en Tunisie existe dans le secteur agroalimentaire, nous avons considéré les données de production annuelle de l'industrie agroalimentaire sur les 15 dernières années pour caractériser les puissances frigorifiques installées pour chaque sous-secteur. Cette approche est usuelle qui a déjà été adoptée dans les pays européens.

Cette approche consiste, en premier lieu, à prendre en considération les produits alimentaires solides ou liquides qui nécessitent la présence de froid dans leur procédé de production. En second lieu et sur la base de ratio qui ont été déterminés suite à «l'enquête terrain», les puissances frigorifiques installées et nécessaires pour la production de chaque quantité d'aliment sont calculées.

Finally, les ratios de quantité de fluide frigorigène par puissance frigorifique installée sont appliqués. Ces ratios ont été déterminés suite à l'enquête terrain.

L'application de ces ratios exprimés en Kg de fluide frigorigène par KW de puissance frigorifique installée permet d'estimer la quantité de fluide frigorigène existante.

4.2.7.3 Les ratios de charge spécifique pour le froid industriel

Les ratios en termes de puissance spécifique frigorifique pour le sous-secteur du froid industriel sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 13: Ratio des puissances frigorifiques par Tonne d'aliment produit en Tunisie

Secteur	Ratio des puissances frigorifiques installées (kWh/tonne)
Viande blanche	0,124
Viande autre	0,224
Production de lait	0,021
Produits de la mer	0,09
Datte	0,129
Bière	0,038
Vin	0,627
Boisson	0,056

Les résultats de l'enquête terrain ont, aussi, permis d'identifier les types de fluides frigorigènes pour chaque sous-secteur agroalimentaire et de calculer le stock en SAO total en Tunisie dans le secteur agroalimentaire.

La durée de vie considérée des équipements est de 20 années et les types de fluide frigorigène utilisés par puissance frigorifique installée seraient comme suit :

- HCFC (R-22) : 20%
- HFC (R-404A) : 42%
- Autres (R-717) : 38%

4.2.7.4 Estimation du stock en SAO

Les résultats des calculs montrent une banque d'environ 100 tonnes de fluide frigorigène existante (20 tonnes HCFC, 42 tonnes HFC et 38 tonnes d'ammoniac R-717) pour l'année 2015.

En supposant une durée de vie moyenne de 20 années pour les systèmes centralisés, le potentiel de la banque de SAO disponible pour la gestion est estimé à 1 tonne de HCFC-R22.

4.2.8 Le transport frigorifique

4.2.8.1 Estimation du marché et du stock des équipements utilisés dans le transport frigorifique

Le nombre des véhicules de transport réfrigéré a été obtenu du ministère du transport pour l'année 2012 et complété par des informations recueillies suite à des entretiens tenus avec des professionnels du secteur ainsi que des ministères et institutions concernés.

4.2.8.2 Hypothèses considérées pour l'estimation du stock en fluide frigorigène

Le taux de croissance des ventes a été estimé à 5%, la charge initiale a été estimée à 6 kg et la durée de vie des équipements a été estimée à 10 années.

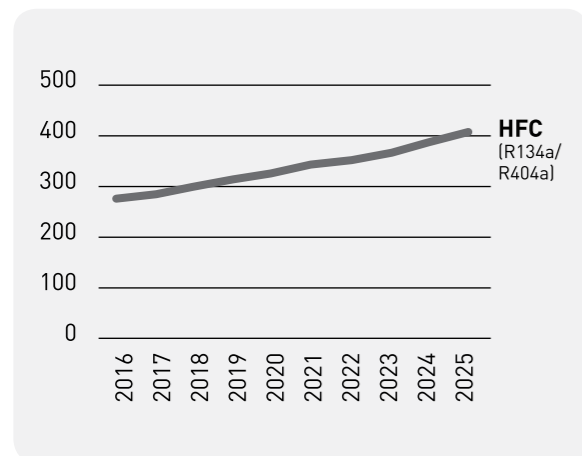
Les types de fluide frigorigène utilisés sont le HFC-R134a et le HFC-R404A à part égale.

4.2.8.3 Estimation du stock en fluide frigorigène

Le stock de réfrigérants dans le sous-secteur de transport frigorifique est constitué uniquement de HFC en 2015. La quantité a été estimée à 249 tonnes de R134a et R404a.

Les figures, ci-dessous, montrent la projection du stock des réfrigérants ainsi que la quantité disponible à la gestion sur la période 2016-2025.

Figure 10: Projection du stock de réfrigérants dans le sous-secteur de transport frigorifique sur la période 2016-2025



Le stock de HFC devrait atteindre 405 tonnes en 2025 contre 249 tonnes en 2015. Le potentiel disponible à la gestion serait estimé à 20 tonnes en 2025.

4.2.9 Synthèse des résultats

Selon les résultats de l'inventaire pour l'année 2015, le stock des réfrigérants est estimé 3 511 tonnes dont 2 386 tonnes sont constitués de substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) représentant 68% du stock.

La répartition du stock par type de fluide frigorigène est donnée dans la figure suivante :

Figure 11: Projection du potentiel de réfrigérants disponible à la gestion sur la période 2016-2025

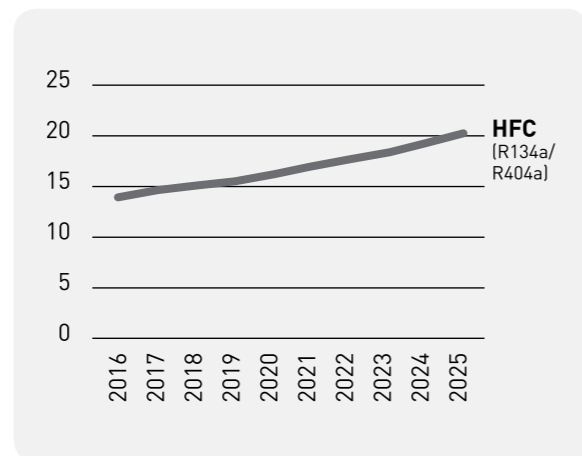
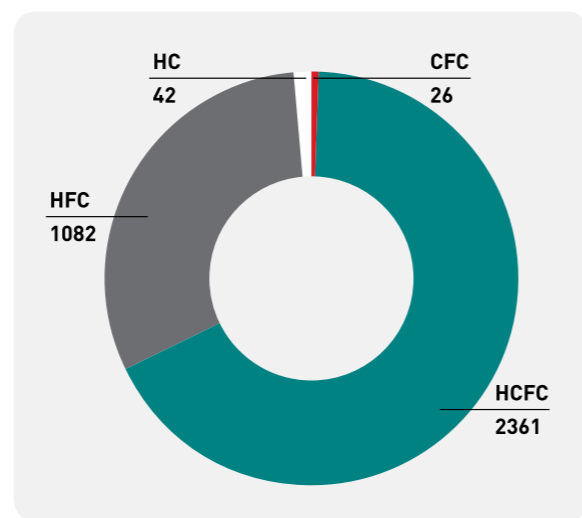


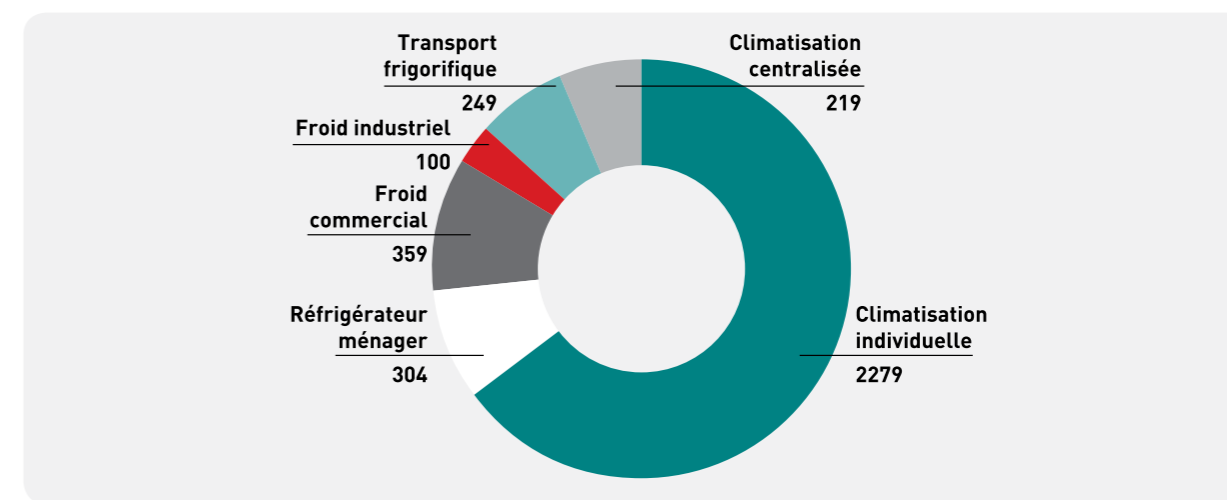
Figure 12: Répartition du stock des réfrigérants par type en 2015



Le stock de SAO est constitué majoritairement de HCFC-R22 avec une part de près 99% du stock de SAO et 67% du stock des réfrigérants tandis que le CFC-R12 ne représente que 1% du stock de SAO. Le stock de HFC a représenté 1.082 tonnes en 2015 et

constitué de R410a, R134a, R404a et R407c. le stock des réfrigérants naturels a représenté uniquement 42 tonnes constitués de R600a et de l'ammoniac R717. La répartition du stock par sous-secteur est donnée dans la figure ci-dessous :

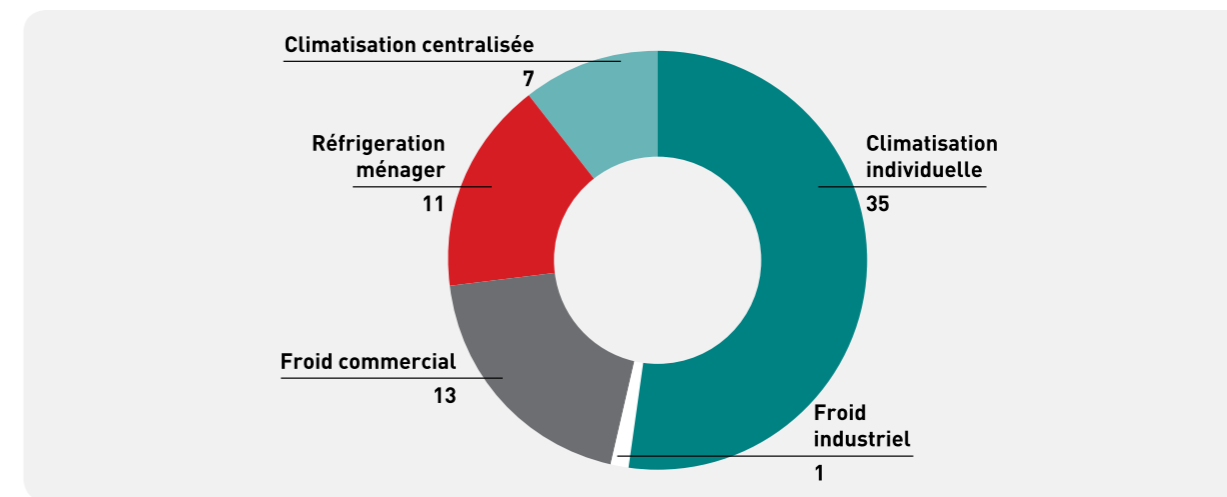
Figure 13: Répartition du potentiel en SAO disponible à la gestion par sous-secteur



Le stock de réfrigérants dans le secteur de la climatisation individuelle représente 2.279 tonnes soit la plus grande part du stock total qui de l'ordre de 65%. Les sous-secteurs de réfrigération domestique et

du froid commercial suivent avec des parts respectives de l'ordre de 9% et 10%. Le sous-secteur du froid industriel ne représente que 3% du stock national de réfrigérants.

Figure 14 : Répartition du potentiel en SAO disponible pour la gestion par sous-secteur



Le potentiel en SAO disponible pour la gestion serait de l'ordre de 66 tonnes. Plus de la moitié de ce potentiel provient de la climatisation individuelle totalisant 35 tonnes suivie par les quatre sous-secteurs du froid commercial, réfrigérateurs ménagers, climatisation centrale et du froid industriel, respectivement avec 13 tonnes, 11 tonnes, 7 tonnes et 1 tonne.

La taille des stocks de réfrigérants est l'un des facteurs importants pour l'identification des types d'actions à mettre en place pour la réduction des émissions. Les autres facteurs importants à prendre en considération sont :

- Le degré de difficulté pour l'accès à ces banques en fin et en cours de vie des équipements.
- Le niveau de concentration (ou de dispersion) de ces banques au niveau des différents sous-secteurs.

5 Références

NAMAs in the refrigeration, air conditioning and foam sectors. A technical handbook, GIZ, 2014.

Les banques mondiales de substances appauvrissant la couche d'ozone - Une estimation au niveau de pays, GIZ, 2017.

Marché de la climatisation individuelle en Tunisie – Présentation des résultats, ANME, 2013.

Mission de mise en place d'un mécanisme de financement pour le programme PROMOFRIGO - Rapport de la 1ère étape - Proposition du mécanisme financier, ANME, 2012.

Rapport de la Dernière étape - Finalisation du mécanisme financier et procédures de mise en application, ANME, 2014.

Mise en place d'un concept pour la filière de gestion des déchets des équipements Electriques et Electronique (DEEE) en Tunisie, ANGED, 2016.

Synthèse des sept enquêtes Résidentielles auprès des clients Résidentiel de la STEG 1984-2014, STEG, 2015.

Enquête Climatisation 2013, STEG, 2014.

PLAN DIRECTEUR DES PORTS DE PECHE, MARPH, 2008.

Annuaire statistique de la Tunisie, INS, 2016.

Annuaire statistiques de la Tunisie, INS, 2015.

Annuaire statistiques de la Tunisie, INS, 2011.

Annuaire statistiques de la Tunisie, INS, 2007.

Climatisation individuelle dans le Maghreb, Banque mondiale - Union européenne, 2016.

Communication officielle vers le secrétariat du protocole de Montréal, ANPE.

Base de données du commerce extérieur, INS.

Grande distribution en Tunisie - un secteur en pleine expansion avec de fortes potentialités de croissance, Mac info, Décembre 2016.

Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre.

6 Annexes

6.1 Annexe 1 : Données et hypothèses du sous-secteur de la climatisation individuelle

Evolution du parc national des climatiseurs individuels

Année	Nombre d'unités
2000	167 363
2001	189 379
2002	214 292
2003	242 481
2004	274 378
2005	310 471
2006	351 313
2007	397 526
2008	449 819
2009	508 991
2010	703 868
2011	939 818
2012	1 259 080
2013	1 596 015
2014	1 934 754
2015	2 279 230

Distribution des réfrigérants dans le parc

Année	CFC	HCFC (R-22)	HFC (R410a)	HC
2000	0%	100%	0%	0%
2001	0%	100%	0%	0%
2002	0%	100%	0%	0%
2003	0%	100%	0%	0%
2004	0%	100%	0%	0%
2005	0%	100%	0%	0%
2006	0%	100%	0%	0%
2007	0%	100%	0%	0%
2008	0%	100%	0%	0%
2009	0%	100%	0%	0%
2010	0%	100%	0%	0%
2011	0%	100%	0%	0%
2012	0%	99%	1%	0%
2013	0%	97%	3%	0%
2014	0%	95%	5%	0%
2015	0%	93%	7%	0%

Hypothèses

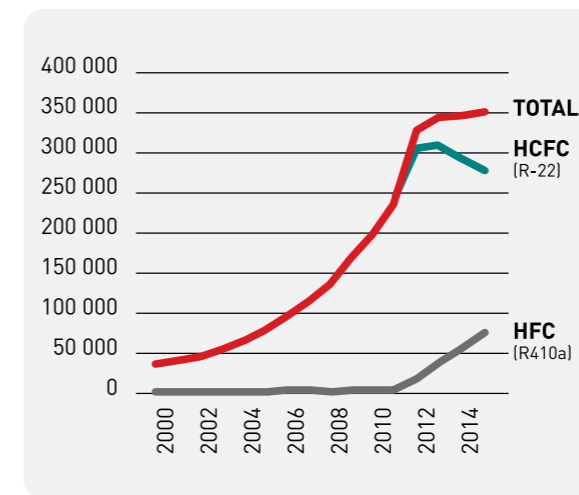
Charge initiale (kg)	1
Durée de vie (années)	15
Taux de collecte effective	5%

6.2 Annexe 2 : Données et hypothèses du sous-secteur de la climatisation centrale

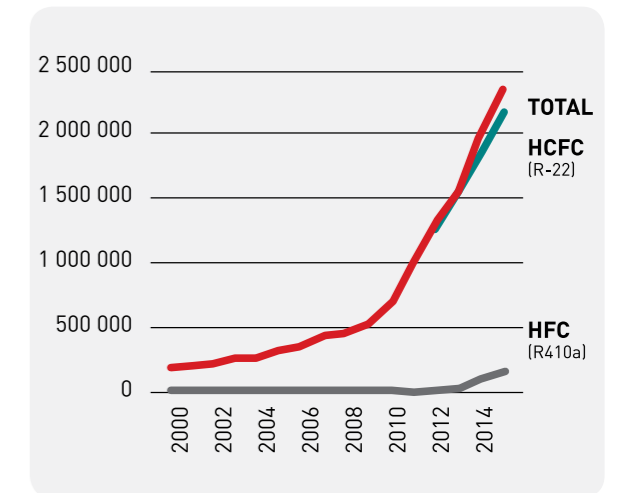
Les figures, ci-dessous, présentent :

- Le nombre d'unités vendues annuellement et chargées avec du fluide frigorigène HCFC R-22 ainsi que le nombre d'unités chargées avec le fluide frigorigène HFC-R410A.
- Le nombre d'unités en stock.

Taille du marché du secteur de la climatisation individuelle



Stock de réfrigérants au sein du secteur de la climatisation individuelle



Hypothèses

Charge spécifique (Kg/kW)	0,2
Durée de vie (années)	15
Taux de collecte effective	5%

6.3 Annexe 3 : Données et hypothèses du sous-secteur des réfrigérateurs domestiques

Evolution du parc national des réfrigérateurs

Année	Nombre d'unités
2000	1 652 394
2001	1 714 014
2002	1 777 931
2003	1 844 232
2004	1 913 006
2005	1 984 343
2006	2 058 341
2007	2 135 097
2008	2 214 716
2009	2 297 303
2010	2 443 494
2011	2 591 367
2012	2 732 795
2013	2 859 855
2014	2 939 175
2015	3 042 985

Distribution des réfrigérants dans le parc

Année	CFC (R12)	HCFC	HFC (R134a)	HC (R600a)
2000	81%	0%	19%	0%
2001	73%	0%	27%	0%
2002	68%	0%	32%	0%
2003	61%	0%	39%	0%
2004	54%	0%	46%	0%
2005	47%	0%	53%	0%
2006	41%	0%	59%	0%
2007	37%	0%	63%	0%
2008	32%	0%	68%	0%
2009	28%	0%	72%	0%
2010	24%	0%	76%	0%
2011	20%	0%	80%	0%
2012	16%	0%	84%	0%
2013	13%	0%	87%	0%
2014	10%	0%	90%	0%
2015	7%	0%	91%	2%

Hypothèses

Charge initiale (kg)	0,1
Durée de vie (années)	20
Taux de collecte effective	5%

6.4 Annexe 4 : Données et hypothèses du sous-secteur des unités autonomes

Evolution du parc national des unités autonomes

Année	Nombre d'unités
2000	126 937
2001	133 927
2002	141 433
2003	149 510
2004	158 221
2005	167 639
2006	177 843
2007	188 925
2008	200 989
2009	208 145
2010	229 502
2011	244 119
2012	261 831
2013	279 068
2014	296 903
2015	317 651

Distribution des réfrigérants dans le parc

Année	CFC (R12)	HCFC	HFC (R134a)	HC (R600a)
2000	100%	0%	0%	0%
2001	97%	0%	3%	0%
2002	92%	0%	8%	0%
2003	84%	0%	16%	0%
2004	73%	0%	27%	0%
2005	63%	0%	37%	0%
2006	54%	0%	46%	0%
2007	47%	0%	53%	0%
2008	40%	0%	60%	0%
2009	34%	0%	66%	0%
2010	28%	0%	72%	0%
2011	3%	0%	77%	0%
2012	18%	0%	82%	0%
2013	14%	0%	86%	0%
2014	10%	0%	90%	0%
2015	6%	0%	94%	0%

Hypothèses

Charge initiale (kg)	0,2
Durée de vie (années)	15
Taux de collecte effective	5%

6.5 Annexe 5 : Données et hypothèses du sous-secteur du froid industriel

Hypothèses

Branche	Capacité spécifique de réfrigération		Distribution des réfrigérants		
	kW/t	Kg/kW	HCFC (R-22)	HFC (R-404A) - (R134a)	Autres (R-717)
Bière	0,038	0,23	22%	56%	22%
Vins	0,627	0,38	72%	28%	0%
Boissons gazeuses	0,056	0,18	2%	98%	0%
Viandes Blanches	0,124	1,09	0%	10%	90%
Autres - Viandes	0,224	0,63	17%	83%	0%
Lait	0,021	1,21	11%	6%	83%
Pêche	0,09	0,85	39%	61%	0%
Datte	0,129	0,25	70%	30%	0%

Données de production des branches industrielles (en tonne)

Branche	Bière	Vins	Boissons gazeuses	Viandes Blanches	Autres - Viandes	Lait	Pêche	Datte
2002	110 000	27 100	373 148	120 000	285 500	324 000	95 684	115 000
2003	99 700	24 600	382 038	127 000	261 000	320 400	94 784	111 000
2004	106 800	37 600	391 138	142 500	261 800	324 800	110 272	122 000
2005	103 420	30 000	400 456	134 000	271 000	379 700	108 699	113 000
2006	111 040	41 500	409 996	105 000	277 600	421 200	110 903	131 000
2007	117 480	19 600	419 763	128 100	302 600	446 075	105 128	124 000
2008	124 480	20 000	429 762	133 700	309 600	472 420	100 578	145 000
2009	124 910	25 000	440 000	137 300	299 200	500 320	100 256	162 000
2010	132 670	22 200	448 800	150 500	319 400	456 000	102 066	174 000
2011	146 350	24 400	454 000	145 600	309 700	447 000	109 160	190 000
2012	175 000	28 400	472 200	169 000	327 900	509 000	117 637	190 000
2013	174 210	23 800	483 449	185 100	442 000	510 000	122 181	196 511
2014	179 400	21 500	494 965	192 700	326 800	546 000	126 431	220 448
2015	182 180	24 400	506 756	200 000	339 800	610 000	131 705	238 274

6.6 Annexe 6 : Données et hypothèses du sous-secteur de transport frigorifique

Evolution du parc national des unités autonomes

Année	Nombre d'unités
2000	1 671
2001	1 754
2002	1 842
2003	1 934
2004	2 031
2005	2 132
2006	2 239
2007	2 351
2008	2 468
2009	2 592
2010	2 721
2011	2 857
2012	3 000
2013	3 150
2014	3 308
2015	3 473

Distribution des réfrigérants dans le parc

Année	CFC	HCFC	HFC (R134a-R404a)	HC
2000	0%	0%	12%	0%
2001	0%	0%	24%	0%
2002	0%	0%	35%	0%
2003	0%	0%	46%	0%
2004	0%	0%	56%	0%
2005	0%	0%	66%	0%
2006	0%	0%	75%	0%
2007	0%	0%	84%	0%
2008	0%	0%	92%	0%
2009	0%	0%	100%	0%
2010	0%	0%	100%	0%
2011	0%	0%	100%	0%
2012	0%	0%	100%	0%
2013	0%	0%	100%	0%
2014	0%	0%	100%	0%
2015	0%	2%	100%	0%

Hypothèses

Charge initiale (kg)	6
Durée de vie (années)	10
Taux de collecte effective	5%



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Torsten GREIS
Chef de projet

T + 216 71 902 575
F + 216 71 902 543

E torsten.greis@giz.de
I www.giz.de

Mouez BEN CHAABANE
Expert Technique

T + 216 71 904 581
F + 216 71 904 172

E moez.ben@giz.de
I www.giz.de

Franziska FROELICH
Proklima International

T + 49 6196 79 25 38
F + 49 6196 80 25 38

E franziska.froelich@giz.de
I www.giz.de/Proklima