

METHODE POUR MISE EN ŒUVRE CONJOINTE

**Méthodologie spécifique pour les projets réduisant les
émissions de SF₆ par l'amélioration du système de récupération
du gaz lors de la maintenance d'équipements électriques
haute tension**

Table des matières

Titre de la méthodologie	3
0. Contexte et résumé de la méthodologie.....	3
0.1 Déroulement d'une l'opération de maintenance.....	4
1. Applicabilité	7
2. Périmètre du projet	8
3. Sélection du scénario de référence	9
4. Additionnalité.....	10
4.1 Réductions d'émissions	12
4.2 Emissions du projet	12
4.3 Emissions du scénario de référence	13
4.4 Fuites	14
5. Suivi.....	14
6. Annexes	18
6.1 Exemple de mise en application des formules pour le calcul des réductions des émissions.....	18
6.2 Exemple de fiche de suivi pesées SF6 sur site – Siemens T&D	23

Titre de la méthodologie

Méthodologie spécifique pour les projets réduisant les émissions de SF₆ par l'amélioration du système de récupération du gaz lors de la maintenance d'équipements électriques haute tension

Secteur	Transmission et distribution
Projets types	Réduction des émissions de SF ₆ lors de la maintenance sur site d'appareils électriques haute tension.

0. Contexte et résumé de la méthodologie

Un poste électrique haute tension permet de recevoir, contrôler, transformer et répartir l'énergie électrique. Il existe principalement deux technologies pour ces postes:

- La technologie isolée dans l'air (AIS), dite conventionnelle : les conducteurs sont séparés par une distance d'air qui assure l'isolation ;
- La technologie à isolation gazeuse (GIS), dite blindée : les conducteurs électriques sont encapsulés dans une enveloppe métallique, appelée compartiment, remplie d'un gaz à forte caractéristique isolante, l'hexafluorure de soufre (SF₆).

La technologie GIS est plus largement utilisée car elle bénéficie de nombreux avantages (propriété chimique du SF₆, compacité, fiabilité, maintenance réduite, etc.) par rapport à la technologie AIS. Cependant, le gaz SF₆ est un gaz à effet de serre qui a un pouvoir de réchauffement global (PRG) 23 900 fois plus important que le dioxyde de carbone (CO₂).

La législation en vigueur au niveau européen (les règlements CE n°842/2006 et n°308/2008) contraint les exploitants d'équipements fixes et notamment des appareillages de connexion à haute tension, de mettre en place des mesures de récupération du SF₆, dans la mesure où cela est techniquement réalisable et n'entraîne pas de coûts disproportionnés¹. Ces interventions de récupération doivent être assurées par du personnel certifié qui doivent suivre une formation s'appuyant sur des bases normatives internationales² (CEI 62271-303, CEI 60480 CEI 60376). De

¹ Article 4 du règlement (CE) N° 842/2006 du Parlement Européen et du conseil du 17 mai 2006 relatif à certains gaz à effet de serre fluorés, entré en vigueur le 4 juillet 2007.

² CEI 62271-303 sur "l'utilisation et la manipulation du SF₆", CEI 60480 sur "les lignes directrices relatives au contrôle et au traitement du SF₆ prélevé sur du matériel électrique et

plus, le SF₆ récupéré doit être conditionné dans des contenants et avec un étiquetage spécifique qu'il soit destiné au recyclage, à la régénération ou à l'incinération.

Un poste électrique de type GIS contient un certain nombre de compartiments. Lors d'une opération de maintenance sur poste électrique, le gaz est pompé puis transféré d'un compartiment vers un conteneur. Au cours de ce processus, une partie du SF₆ présent dans les compartiments ne peut pas être récupérée en raison des limites de la pompe. A chaque ouverture, cette quantité de SF₆ se dissémine dans l'atmosphère. Une fois la maintenance terminée, le compartiment est à nouveau rempli de gaz.

La méthodologie permet de calculer les réductions d'émission de SF₆ issues de la maintenance sur site d'appareils électriques par l'amélioration des techniques de récupération de SF₆.

Cette méthodologie s'inspire des méthodologies de Mécanisme de Développement Propre suivantes :

- La méthodologie AM0035 : "SF₆ Emission Reductions in Electrical Grids".
- La méthodologie AM0079 : "Recovery of SF₆ from gas insulated electrical equipment in testing facilities".

0.1 Déroulement d'une l'opération de maintenance

Une opération de maintenance se déroule en quatre étapes (récupération, ouverture, vide et remplissage) :

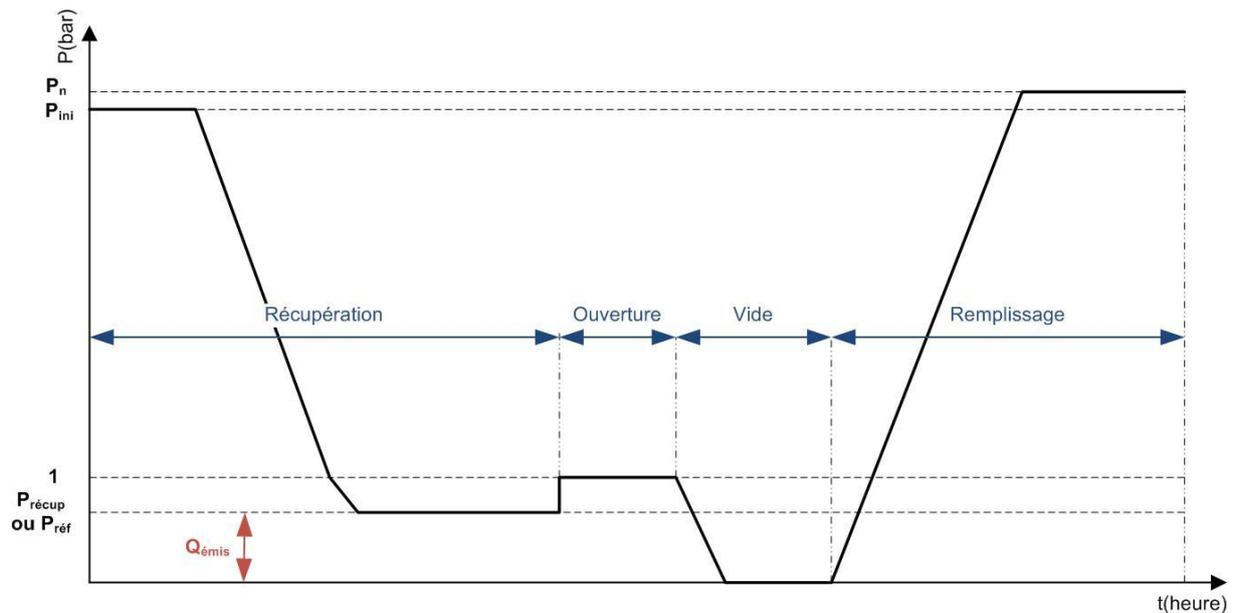


Figure 1 : déroulement d'une opération de maintenance

a. La récupération du gaz

Cette étape consiste au transfert du gaz par un système de pompage d'un compartiment vers un conteneur :

1. **Etat initial** : avant la récupération, le compartiment contient un certain volume de gaz à une pression initiale P_{ini} et le conteneur est à une masse M_0 .
2. **Récupération** : le gaz est pompé et transféré du compartiment vers le conteneur.
3. **Fin de la récupération** : La récupération est terminée, le compartiment est à une pression $P_{récup}$ et le conteneur qui contient la majorité du gaz qui était dans le compartiment est à une masse M_1 . Pour le calcul des émissions concernant le scénario de référence, le compartiment est à une pression $P_{réf}$ à la fin de la récupération.

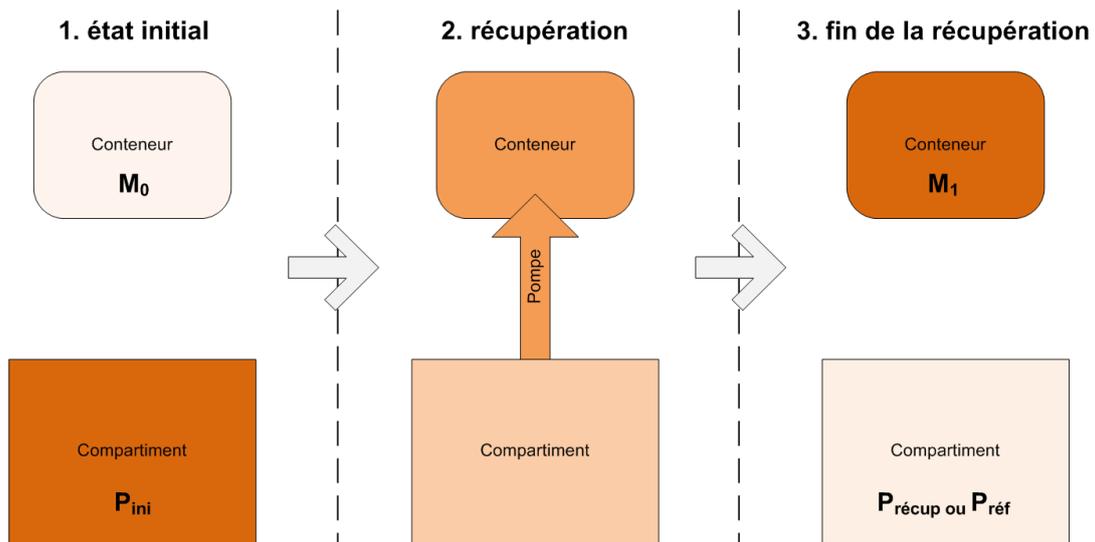


Figure 2 : phase de récupération du gaz

b. L'ouverture du compartiment

Après avoir récupéré le gaz, le compartiment est ouvert afin de réaliser l'opération de maintenance. La quantité de gaz ($M_{émis}$) qui restait dans le compartiment se dissipe dans l'atmosphère.

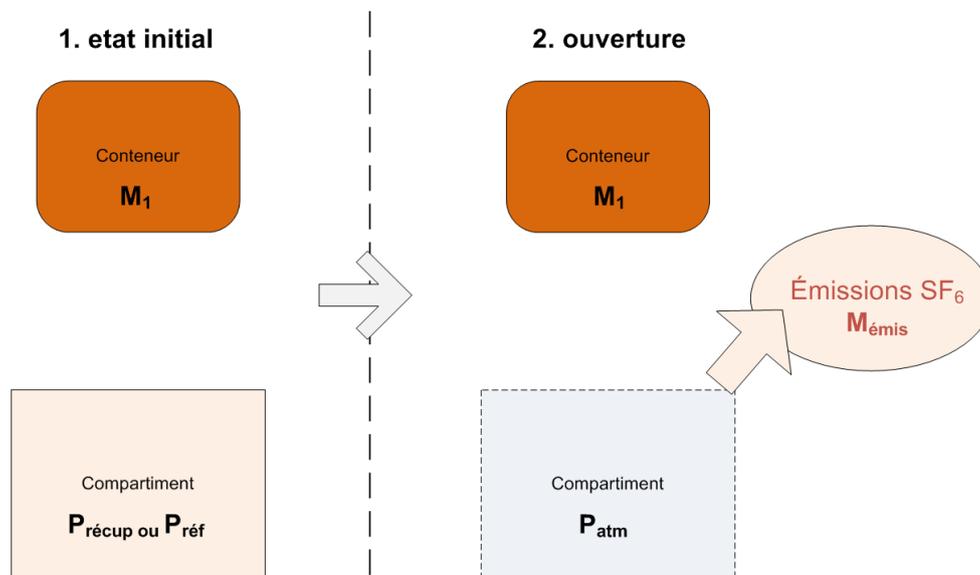


Figure 3 : ouverture du compartiment

c. Le vide

A l'aide d'une pompe, le vide est créé dans le compartiment.

d. Remplissage du compartiment

Le remplissage se fait jusqu'à une pression P_n , correspondant à la pression nominale pour le bon fonctionnement des postes électriques :

1. Etat initial : avant le remplissage, le compartiment est vide, et le conteneur est à une masse M_1 .

2. Remplissage : le gaz est pompé et transféré du conteneur vers le compartiment.

3. Fin du remplissage : Le remplissage est terminé, le compartiment est à une pression P_n et le conteneur est à une masse finale M_2 . La pression P_n est la pression nominale à laquelle le compartiment est rempli pour assurer le bon fonctionnement et l'isolation des postes électriques.

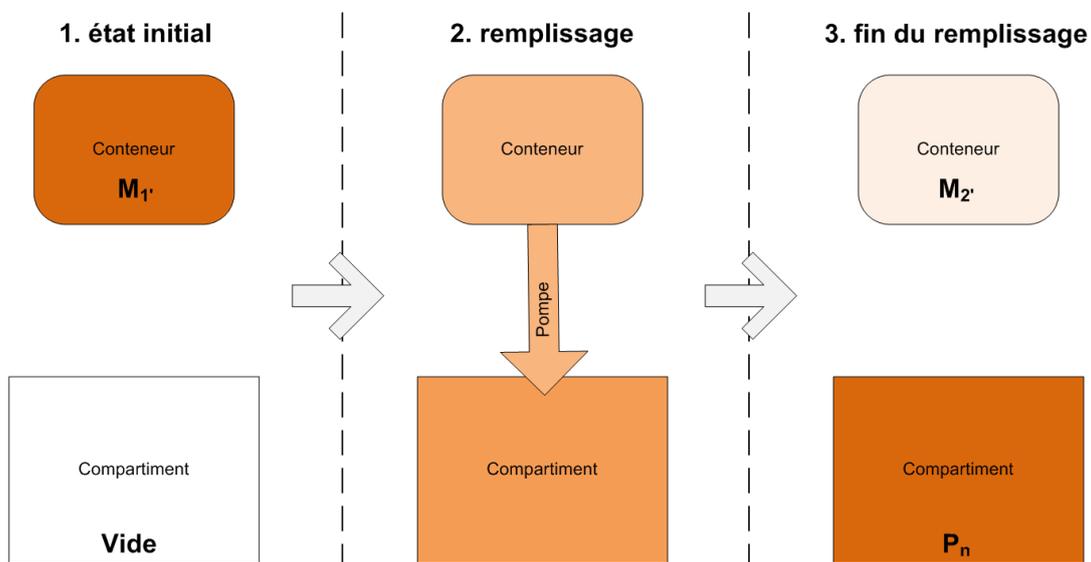


Figure 4 : étape de remplissage

1. Applicabilité

Cette méthodologie s'applique aux projets dont l'objectif est de réduire les émissions de SF₆ pendant la maintenance d'appareils électriques de type poste à haute tension isolé au gaz, par l'amélioration des techniques de récupération de ce gaz. Il peut s'agir par exemple de la mise en place d'un système de pompage et de contrôle du gaz plus performant.

La méthodologie s'applique aux projets remplissant les conditions suivantes :

- les appareils électriques à haute tension concernés (sectionneurs, disjoncteurs, etc.) utilisent du gaz SF₆ comme isolant ;
- les émissions de SF₆ proviennent des rejets dans l'atmosphère du gaz - qui n'a pas pu être pompé et récupéré - lors de l'ouverture des compartiments

pendant les opérations de maintenance. Les émissions peuvent également provenir des fuites lors du processus de pompage ;

- le gaz récupéré est ensuite réutilisé ou recyclé ;
- un système de récupération du SF₆ est déjà mis en œuvre et présent sur le site. L'activité de projet consiste à l'améliorer en le renforçant ou en le changeant ;
- aucune norme contraignant à réduire les émissions de SF₆ par rapport au niveau actuel d'émissions n'est en application.

Sont exclus les types de projets suivants :

- les projets dont le scénario de référence consiste à rejeter tout le SF₆ dans l'atmosphère (sans le récupérer) ;
- les projets réduisant les émissions en améliorant l'étanchéité des compartiments ;
- les projets réduisant les émissions lors de la fabrication d'appareils électriques.

Cette méthodologie s'applique si les émissions du scénario de référence applicable sont calculées à partir d'une pression de récupération référence.

2. Périmètre du projet

Le gaz à effet de serre concerné est le SF₆ (hexafluorure de soufre), qui est communément utilisé comme isolant dans les réseaux de distribution et de transmission électrique. Le périmètre géographique du projet englobe l'ensemble des sites qui comprennent des postes électriques renfermant du SF₆. Les postes devront être correctement référencés (localisation, date, etc.).

D'après la méthode de calcul décrite ci-après, seules les émissions suivantes sont comptabilisées :

- les émissions de SF₆ provenant de la récupération du gaz pendant les opérations de maintenance ;
- les émissions provenant des éventuelles fuites lors du processus de pompage du gaz ;
- les émissions éventuelles de SF₆ liées à une mauvaise étanchéité des compartiments pour les émissions liées à l'activité de projet.

Cependant, les émissions éventuelles de SF₆ liées à une mauvaise étanchéité des compartiments ne sont pas comptabilisées pour les émissions du scénario de référence car les pertes sont infinitésimales. De surcroît, cela diminue les réductions d'émissions et est donc conservateur.

	Source	Gas	Inclus ?	Justification/explication
--	--------	-----	----------	---------------------------

Scénario de référence	Emission de SF ₆ des postes électriques HT	SF ₆	Oui	L'activité de projet est la réduction d'émissions de SF ₆ dans l'atmosphère.
		CO ₂	Non	Source mineure
		CH ₄	Non	-
Activité de projet	Emission de SF ₆ des postes électriques HT	SF ₆	Oui	L'activité de projet est la réduction d'émissions de SF ₆ dans l'atmosphère.
		CO ₂	Non	Source mineure
		CH ₄	Non	-

Toute émission déjà couverte par le Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ) (ex : émission de CO₂ pour la production d'électricité) doit être exclue du périmètre du projet.

N.B : Il pourra éventuellement être demandé aux porteurs de projet lors de la validation de démontrer que les sources identifiées comme mineures sont effectivement négligeables.

3. Sélection du scénario de référence

Le scénario de référence doit être sélectionné en analysant les alternatives potentielles suivantes :

1. Continuité de l'activité actuelle sans réduction des émissions de SF₆, avec système de récupération ;
2. Mise en application de l'activité de projet avec projet domestique (MOC) ;
3. Mise en application de l'activité de projet sans projet domestique (MOC).

Etape 1. Eliminer les alternatives qui ne satisfont pas aux exigences de la législation.

Le SF₆ n'est soumis à aucune réglementation contraignante concernant la quantification du rejet dans l'atmosphère. Ainsi, aucune des alternatives proposées ne peuvent être écartées à l'issue de cette étape.

Etape 2. Eliminer les alternatives qui présentent des barrières ne permettant pas leur mise en place.

Les barrières à analyser sont les suivantes :

- les barrières à l'investissement ;
- les barrières technologiques :
 - les risques techniques et opérationnels des alternatives ;
 - l'efficacité technique des alternatives ;

- le manque de main d'œuvre qualifiée ;
- le manque d'infrastructures pour mettre en œuvre la technologie.
- l'analyse des pratiques courantes :
 - Technologie avec laquelle les développeurs de projet ne sont pas familiers ;
 - Il n'existe aucun projet similaire opérationnel dans la zone géographique considérée.

Alternative 1 :

L'alternative de continuer l'activité actuelle sans réduction des émissions de SF₆ ne fait face à aucune barrière car il n'y a aucune réglementation qui soit à ce jour en vigueur concernant la réduction des émissions de SF₆ pour la maintenance sur site de postes haute tension.

Alternative 2 :

L'alternative de mettre en place l'activité de projet sans projet domestique, et donc sans bénéficier de l'apport des Unités de Réductions des Emissions (UREs) peut faire face aux barrières suivantes :

- Barrières à l'investissement : le projet ne bénéficie d'aucune source de revenu autre que le gain lié à l'économie de SF₆ qui est faible en comparaison à l'investissement initial ;
- Barrières technologiques : les efforts de réduction des pertes de SF₆ induiront un temps d'intervention significativement plus long et une complexité des interventions.
- Analyse des pratiques courantes : il n'existe aucun projet similaire opérationnel en France.

Cette méthodologie est applicable uniquement si le scénario de référence correspond à la continuité de l'activité actuelle sans réduction des émissions de SF₆ (voir partie 4.3 pour plus d'information sur les émissions liées au scénario de référence).

4. Additionnalité

Les porteurs de projets doivent démontrer que le scénario du projet est différent du scénario de référence sélectionné (principe d'additionnalité) en utilisant l'annexe 3 de l'arrêté du 2 mars 2007³.

³ 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

Etape 1. Démonstration que l'activité de projet aboutit à des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) supérieures aux réductions d'émissions qui auraient été obtenues dans le scénario de référence.

Si le scénario de référence ne permet pas d'obtenir une réduction de GES supérieure à celle du projet présenté, le porteur du projet passera à la deuxième étape qui consiste en l'étude de la rentabilité financière (2.a.) ou des barrières au projet (2.b.).

Etape 2.a. Analyse financière démontrant que, en l'absence d'Unité de Réduction d'Emissions (URE), le niveau de rentabilité de l'activité de projet est inférieur à celui des investissements alternatifs.

Etape 2.b. Analyse complète et documentée des « barrières » de toute nature, en démontrant qu'elles limitent ou empêchent la réalisation à grande échelle de l'activité de projet.

Si le demandeur choisit cette étape, il devra également joindre un tableau de financement de l'activité de projet. Ce tableau doit détailler l'ensemble des coûts associés à l'activité de projet, les contributions financières attendues et leur impact relatif sur la rentabilité du projet. Il doit également indiquer le montant financier correspondant à la valorisation des unités de réduction des émissions pouvant être générées par le projet.

Spécificités liées au projet :

Le projet consiste à améliorer la récupération du SF₆ pendant la maintenance sur site de postes hautes tensions. Afin d'améliorer la récupération et de diminuer les pertes de SF₆, des systèmes de pompes plus performants et des systèmes de pesés devront être mis en place.

Les efforts de réduction des émissions de SF₆ se heurtent à :

- Un surcoût lié à un allongement du temps de récupération du gaz dans les compartiments ;
- Un surcoût généré par le remplacement des appareillages actuellement utilisés, nécessaire pour augmenter la performance du niveau de récupération du gaz, sans gain de productivité lors des opérations de maintenance sur sites clients ;
- Un surcoût généré par l'acquisition d'appareils de mesure du gaz et de pesage nécessaires pour calculer précisément les réductions d'émissions.

Le gain lié à l'économie de SF₆ est faible en comparaison aux surcoûts engendrés par les efforts de réductions des émissions de SF₆. Afin de démontrer l'additionnalité du projet, l'étape 2.b. pourra être privilégiée en faisant une analyse détaillée des barrières auxquelles fait face l'implémentation du projet.

4.1 Réductions d'émissions

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

$$RE_a = ESR_a - EP_a$$

avec :

RE_a	Réductions d'émissions du projet pour l'année a , en tCO ₂ e
ESR_a	Emissions du scénario de référence pour l'année a , en tCO ₂ e
EP_a	Emissions du projet pour l'année a , en tCO ₂ e

Les parties suivantes (émissions du projet et émissions du scénario de référence) expliquent en détail le calcul de ces différents facteurs.

4.2 Emissions du projet

Les émissions de l'activité de projet pour une année correspondent à la somme des émissions pour chaque compartiment traité ; elles sont calculées par la formule suivante :

$$EP_a = PRG_{SF6,i,a} * P\%_{SF6} * \frac{1}{1000} * \sum_{i=1}^{N_a} M_{émis,i,a}$$

où :

EP_a	Emissions du projet pour l'année a , en tCO ₂ e
i	Indice qui identifie la référence d'un compartiment traité à une date donnée
PRG_{SF6}	Potentiel de réchauffement global du SF ₆ , en tCO ₂ e/tSF ₆
$P\%_{SF6,i,a}$	Teneur du gaz en SF ₆ (%)
N_a	Le nombre total de compartiments traités à l'année a
$M_{émis,i,a}$	Masse de gaz émise dans l'atmosphère lors du traitement du compartiment i , en kg (à l'année a)

$$M_{émis,i,a} = M_{rempl,i,a} - M_{récup,i,a}$$

où :

$M_{émis,i,a}$	Masse de gaz émise dans l'atmosphère lors du traitement du compartiment i , en kg (pour l'année a)
----------------	---

$M_{rempl,i,a}$	Masse de gaz utilisée pour le remplissage du compartiment i, en kg (à l'année a) pour revenir à la pression nominale
$M_{récup,i,a}$	Masse de gaz récupérée lors de la maintenance du compartiment i, en kg (à l'année a)

$$M_{récup,i,a} = \sum_j (M_{1,i,j,a} - M_{0,i,j,a})$$

où :

j	Indice qui identifie la référence d'un conteneur traité à une date donnée
$M_{récup,i,a}$	Masse de gaz récupérée lors de la maintenance du compartiment i, en kg (à l'année a)
$M_{1,i,j,a}$	Masse du conteneur j après récupération du gaz lors de la maintenance du compartiment i, en kg (à l'année a)
$M_{0,i,j,a}$	Masse du conteneur j avant la récupération du gaz lors de la maintenance du compartiment i, en kg (à l'année a)

$$M_{rempl,i,a} = \sum_j (M_{1',i,j,a} - M_{2',i,j,a})$$

où :

j	Indice qui identifie la référence d'un conteneur traité à une date donnée
$M_{rempl,i,a}$	Masse de gaz utilisée pour le remplissage du compartiment i, en kg (à l'année a) pour revenir à la pression nominale
$M_{1',i,j,a}$	Masse du conteneur j avant le remplissage du compartiment i, en kg (à l'année a)
$M_{2',i,j,a}$	Masse du conteneur j après le remplissage du compartiment i, en kg (à l'année a)

4.3 Emissions du scénario de référence

Les émissions du scénario de référence sont calculées à partir d'une pression de référence $P_{réf}$ calculée à partir de mesures donnant la part de SF₆ émis dans l'atmosphère par unité de SF₆ manipulé. Le porteur de projet devra attester de cette pression de référence en sélectionnant une valeur conservative dans un échantillon de mesure représentatif sur au moins 2 années précédant la mise en place du projet.

Dans le cas où le porteur de projet serait dans l'impossibilité de fournir un échantillon représentatif sur les 2 dernières années, il devra alors caractériser de manière conservative les émissions historiques à l'aide de la documentation technique des équipements qu'il devra fournir, ceci devra être validé par le point focal désigné.

Les émissions du scénario de référence sont données par la formule suivante :

$$ESR_a = PRG_{SF_6} * P_{\%SF_6} * \frac{1}{1000} * \sum_{i=1}^{N_a} M_{émis,réf,i,a}$$

où :

ESR_a	Emissions du scénario de référence pour l'année a, en tCO ₂ e
i	Indice qui identifie la référence d'un compartiment traité à une date donnée
PRG_{SF_6}	Potentiel de réchauffement global du SF ₆ , en tCO ₂ e/tSF ₆
$P_{\%SF_6}$	Teneur du gaz en SF ₆ (%)
N_a	Le nombre total de compartiments traités à l'année a
$M_{émis,réf,i,a}$	Masse de gaz émise dans l'atmosphère lors du traitement du compartiment i pour le scénario de référence, en kg, à l'année a

$$M_{émis,réf,i,a} = P_{réf} * 100 * \frac{M_{SF_6}}{(T_{i,a} + 273,15) * R} * V_{i,a}$$

où :

$M_{émis,réf,i,a}$	Masse de gaz émise dans l'atmosphère lors du traitement du compartiment i pour le scénario de référence, en kg (pour l'année a)
$P_{réf}$	Pression référence du compartiment après la récupération du SF ₆ , en mbar
M_{SF_6}	Masse molaire du SF ₆
R	Constante des gaz parfait, en m ² .kg.s ⁻² .K ⁻¹ .mol ⁻¹
$T_{i,a}$	Température du compartiment i, en °C (pour l'année a)
$V_{i,a}$	Volume de gaz contenu dans le compartiment i, en m ³ (à l'année a)

4.4 Fuites

La source possible de fuites est l'utilisation d'électricité pour l'utilisation du matériel de pompage, mais cette source est négligeable et couverte par le PNAQ.

5. Suivi

Afin de garantir la transparence du suivi des émissions, le porteur de projet s'engage à effectuer une déclaration annuelle (à partir de l'année de mise en service du projet) via GEREPE des émissions de SF₆ (mentionnées dans cette méthodologie) ainsi

que la consommation en SF₆ pour chaque site ou à défaut une déclaration similaire qui parvienne à l'administration et au CITEPA, même si le niveau d'émission est inférieur au seuil déclaratif. Cette déclaration devra inclure notamment les émissions mais également les quantités totales de SF₆ consommées (pour toutes les années y compris après 2012).

Facteur par défaut :

Paramètre :	Potentiel de réchauffement global du SF ₆
Symbole :	PRG _{SF₆}
Unité :	tCO ₂ e/tSF ₆
Source à utiliser :	Citepa
Valeur à appliquer :	23900

Paramètre :	Constante des gaz parfait
Symbole :	R
Unité :	m ² .kg.s ⁻² .K ⁻¹ .mol ⁻¹
Source à utiliser :	-
Valeur à appliquer :	8,314472

Paramètre :	Masse molaire du SF ₆
Symbole :	M _{SF₆}
Unité :	Kg.mol ⁻¹
Source à utiliser :	-
Valeur à appliquer :	0,146055

Paramètres à déterminer pour la validation :

Paramètre :	Pression référence du compartiment après la récupération du gaz
Symbole :	P _{réf}
Unité :	mbar
Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures, etc.) :	Les émissions du scénario de référence sont calculées à partir d'une pression de référence P _{réf} calculée à partir de mesures donnant la part de SF ₆ émis dans l'atmosphère par unité de SF ₆ manipulé. Le porteur de projet devra attester de cette pression de référence en sélectionnant une valeur conservative dans un échantillon de mesure représentatif sur au moins 2

	<p>années précédentes la mise en place du projet.</p> <p>Dans le cas où le porteur de projet serait dans l'impossibilité de fournir un échantillon représentatif sur les 2 dernières années, il devra alors caractériser de manière conservatrice les émissions historiques à l'aide de la documentation technique des équipements qu'il devra fournir, ceci devra être validé par le point focal désigné.</p>
--	--

Paramètres à suivre au cours du projet :

Paramètre :	Volume de SF ₆ contenu dans le compartiment i
Symbole :	V _{i,a}
Unité :	m ³
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

Paramètre :	Masse du conteneur j après récupération du SF ₆ lors de la maintenance du compartiment i (à l'année a)
Symbole :	M _{1,i,j,a}
Unité :	kg
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

Paramètre :	Masse du conteneur j avant la récupération du SF ₆ en kg récupéré lors de la maintenance du compartiment i (à l'année a)
Symbole :	M _{0,i,j,a}
Unité :	Kg

Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

Paramètre :	Masse du conteneur j avant le remplissage du compartiment i (à l'année a)
Symbole :	$M_{1',i,j,a}$
Unité :	kg
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

Paramètre :	Masse du conteneur j après le remplissage du compartiment i (à l'année a)
Symbole :	$M_{2',i,j,a}$
Unité :	kg
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

Paramètre :	Teneur du gaz en SF ₆ (%)
Symbole :	$P_{\%SF_6,i,a}$
Unité :	%
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	- A définir par le porteur de projet - La Norme IEC 60376 doit être respectée

Paramètre :	Température du compartiment i, en K (pour l'année a)
Symbole :	$T_{i,a}$
Unité :	°C
Fréquence de suivi	A chaque opération de maintenance
Description des méthodes et procédures de mesure à utiliser	A définir par le porteur de projet

6. Annexes

6.1 Exemple de mise en application des formules pour le calcul des réductions des émissions

Siemens T&D a mis en place des mesures pour améliorer les méthodes de récupération du SF₆ lors de la maintenance du poste électrique d'Harlenheim pour la phase pilote du projet. Ces mesures comprennent l'implémentation de système de pesage des conteneurs avec un plan de suivi et l'amélioration du pompage du gaz. Pendant l'année 2010, la méthode a été mise en application lors de la maintenance d'un poste électrique GIS pour le compartiment référencé B01 CSEM L. Ce compartiment comporte 3 sous compartiments qui correspondent aux 3 phases (0, 4 et 8) et qui sont traitées en même temps et de la même manière.

Lors de l'opération de maintenance, le gaz habituellement récupéré à une pression référence de 700 mbar est récupéré à une pression de 50 mbar. La masse de gaz émis dans l'atmosphère s'élève à 1,5 kg (somme des 3 compartiments) pour l'activité de projet, contre 5,28 kg (somme des 3 compartiments) pour le scénario de référence. Ceci entraîne une réduction d'émissions de 88,66 tCO₂ équivalent.

Les tableaux suivants présentent les étapes de calcul permettant de mettre en application les formules décrites dans la méthodologie en reprenant les données mesurées par Siemens T&D.

Caractéristiques du projet

		Valeurs			Unité	Variables
	Année :	2010			-	a
	Date :	29/03/2010			-	
	Poste :	Harlenheim			-	
	Superviseur :	Carmona			-	
	Compartiment :	B01 CSEM L			-	i
	Phase :	0	4	8	-	
	Volume des compartiments :	0,42	0,42	0,42	m ³	V _{i,a}

Emission du projet

PHASE DE RECUPERATION						
Avant récup.	Date :	29/03/2010	29/03/2010	29/03/2010		
	Numéro du 1er Promosol :	892073	892073	892073		j
	Masse du 1er Promosol :	745	815	890,5	kg	M _{0,i,j,a}
	Numéro du 2nd Promosol :	892079	892079	892079		j
	Masse du 2nd Promosol :	781	931,5	900	kg	M _{0,i,j,a}
	T° Ambiante :	7	7	7	°C	
Récup.	<i>1ère phase de récupération</i>					
	Masse du 1er Promosol (P = max 500 mbar):	571,5	822	898	kg	M _{1,i,j,a}
<i>2ème phase de récupération</i>						

	Masse du 2nd Promosol (P = P _{recup} mbar):	967	937	905	kg	M _{1,i,j,a}
	VALEUR DE RECUPERATION	50	50	50	mbar	P _{recup}
	T° Ambiante :	10	10	10	°C	
MASSE DE SF6 RECUPERE EN kg		12,5	12,5	12,5		M _{recup,i,a} = Σ _j (M _{1,i,j,a} - M _{0,i,j,a})

PHASE DE REMPLISSAGE jusqu'à pression initiale (attention ne pas remplir à Pnominale)						
AVT rempliss.	Date :	30/03/2010	30/03/2010	30/03/2010		
	Numéro du Promosol :	892079	892079	892079	-	j
	Masse du Promosol :	825	812	799	kg	M _{1',i,j,a}
	Masse bouteille neuve :				kg	M _{1,i,j,a}
	T° Ambiante :	20	20	20	°C	
Remp.	Remplissage					
	Masse du Promosol quant P = P _{1'} :	812	799	786	kg	M _{2',i,j,a}
	Masse bouteille neuve après remplissage :				kg	M _{2,i,j,a}
POIDS DE SF6 UTILISE EN Kg :		13	13	13	kg	M _{rempl,i,a} = Σ _j (M _{1',i,j,a} - M _{2',i,j,a})

Calcul des émissions du projet						
MASSE de SF6 émise	0,5	0,5	0,5	kg	M _{émis,i,a} = M _{rempl,i,a} - M _{recup,i,a}	
Potentiel de réchauffement :	23900			tCO _{2e} /tSF6	PRG _{SF6}	
Teneur du gaz en SF6 :	0,98	0,98	0,98	%	P% _{SF6,test,A}	

Emissions du projet	11,71	11,71	11,71	tCO2e	$PRG_{SF6} * P\%_{SF6,i,a} * 1/1000 * M_{émis,i,a}$
	35,13			tCO2e	$EP_a = PRG_{SF6} * P\%_{SF6,i,a} * 1/1000 * \sum M_{émis,i,a}$

Emissions du scénario de référence

				Unité	Variable / formule
Paramètre à déterminer pour la validation					
Pression référence	700,00			mbar	$P_{réf}$
Température ambiante	20,00			°C	$T_{i,a}$
Volume du conteneur	0,42	0,42	0,42	m ³	$V_{i,a}$

				Unité	Variable / formule
Constante					
Masse molaire du SF6	0,146			kg.mol ⁻¹	M_{SF6}
Constante des gaz parfait	8,314			m ² .kg.s ⁻² .K ⁻¹ .mol ⁻¹	R

Calcul des émissions du scénario de référence					
Masse de gaz émise	1,762	1,762	1,762	kg	$M_{émis,ref,i,a} = P_{réf} * M_{SF6} / (T_{réf} * R) * V_{i,a} * 100$
Potentiel de réchauffement global du SF6	23900,00			tCO _{2e} /tSF6	PRG_{SF6}
Teneur du gaz en SF6	0,98	0,98	0,98	%	$P\%_{SF6,i,a}$

Emissions de scénario de référence	41,26	41,26	41,26	tCO2e	$PRG_{SF6} * P\%_{SF6,i,a} * 1/1000 * M_{émis,ref,i,a}$
	123,79			tCO2e	$ESR_a = PRG_{SF6} * P\%_{SF6,i,a} * 1/1000 * \sum M_{émis,ref,i,a}$

Réductions d'émissions

	Valeur	Valeur	Valeur	Unité	Variable / formule
Réduction d'émission		88,66		tCO2e	$RE_a = ESR_a - EP_a$

6.2 Exemple de « fiche de suivi pesées SF6 sur site » – Siemens T&D

SIEMENS

SM_ENV_0132_O_Relevé_données_SF6

Transmission & Distribution

Fiche de suivi pesées SF6 sur site - récupération en 2 temps

POSTE :

SUPERVISEUR : TRAVEE :

DILO MEGA DILO COMPACT AUTRE (précisez)

RECUPERATION : MONOPHASEE TRIPHASEE (applicable pour compartiment < 1500 L)

PHASE DE RECUPERATION					
DONNEES AVANT RECUPERATION	COMPARTIMENT :				Variables
	PHASE :				
	Volume en litre	L	L	L	
	Poids de SF6 Théorique (PA = 3,5 b)	Kg	Kg	Kg	
	Tps Théorique Récup 50mbar (Planning)				
	Date :				
	Numéro du 1er Promosol :				
	Masse du 1er Promosol :	Kg	Kg	Kg	M ₀
	Numéro du 2nd Promosol :				
	Masse du 2nd Promosol :	Kg	Kg	Kg	M ₂
T° Ambiante :	°C	°C	°C		
Pression réelle compartiment :	Bar	Bar	Bar	P ₁	
Pression réelle compartiment équiv. 20°C :	Bar	Bar	Bar	P _{1'}	
<i>1ère phase de récupération</i>					
RECUPE	Masse du 1er Promosol (P = max 500 mbar):	Kg	Kg	Kg	M ₁
	<i>2ème phase de récupération</i>				
	Masse du 2nd Promosol (P = P _{recup} mbar):	Kg	Kg	Kg	M ₃
	VALEUR DE RECUPERATION	mbar	mbar	mbar	P _{recup}
	T° Ambiante :	°C	°C	°C	Si Precup > 50 mbar
Tps Réel Récup 50 mbar (Site)					
POIDS DE SF6 RECUPERE EN kg	Kg	Kg	Kg	M _{recup} = (M ₁ - M ₀) + (M ₃ - M ₂)	

PHASE DE REMPLISSAGE jusqu'à pression initiale (attention ne pas remplir à Pnominale)					
AVT rempliss.	Date :				
	Numéro du Promosol :				
	Masse du Promosol :	Kg	Kg	Kg	M _{1'}
	Masse bouteille neuve :	Kg	Kg	Kg	M ₄
T° Ambiante :	°C	°C	°C		
<i>Remplissage</i>					
REMP.	Pression réelle du compartiment	Bar	Bar	Bar	doit être équiv à P _{1'}
	Masse du Promosol quant P = P _{1'} :	Kg	Kg	Kg	M _{2'} & P _{1'}
	Masse bouteille après remplissage :	Kg	Kg	Kg	M ₅
POIDS DE SF6 UTILISE EN Kg :	Kg	Kg	Kg	M _{rempl} = M _{1'} - M _{2'} + M ₄ - M ₅	

Calcul des pertes pour mise à pression réelle				
MASSE de SF6 PERDUE	Kg	Kg	Kg	M _{perte} = M _{rempl} - M _{recup}

REEMPLISSAGE : complément de remplissage pour mise à Pn				
Masse de SF6 ajouté pour mise à Pn	Kg	Kg	Kg	

B	24/02/2010	JM Roux	C Capy	Ajout de la phase "complément de remplissage" + nota DTA
A	17/02/2010	JM Roux	C Capy	Création du document
ind	Date	Rédacteur	Approbateur	Modification