

**La meilleure technologie disponible de limitation de la pollution
atmosphérique : Guide d'analyse et études de cas pour
l'Amérique du Nord**

Préparé pour la
Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord
393, rue Saint-Jacques Ouest
Montréal (Québec)
Canada
H2Y 1N9

par
MJ Bradley & Associates
1000, Elm Street
Second Floor
Manchester, NH 03101
USA

Février 2005

Table des matières

Liste des tableaux.....	5
Liste des sigles et acronymes.....	6
1.0 Introduction.....	8
2.0 Contexte.....	10
2.1 Autorisation d'une nouvelle source.....	10
2.1.1 Programme PSD.....	10
2.1.2 Programme NAA.....	10
2.2 Plans de mise en œuvre des États.....	11
2.3 Autorisation de construction.....	11
3.0 Processus de mise en œuvre des BAT.....	12
3.1 Étape 1 : Identification des technologies de limitation possibles.....	12
3.2 Étape 2 : Élimination des options non réalisables.....	12
3.3 Étape 3 : Tri et classement des options réalisables.....	13
3.4 Étape 4 : Évaluation de l'option la plus efficace.....	13
3.5 Étape 5 : Choix d'une BACT.....	14
4.0 Aperçu de la RBLC.....	15
5.0 Technologies actuelles de limitation des émissions.....	20
5.1 Matières premières.....	20
5.2 Conditions de procédé.....	20
5.3 Équipement de limitation des émissions.....	20
5.3.1 Dispositifs de limitation des oxydes d'azote.....	20
5.3.2 Dispositifs de limitation des particules.....	21
5.3.3 Dispositifs de limitation des composés organiques volatils.....	22
5.3.4 Dispositifs de limitation du dioxyde de soufre.....	23
6.0 Sources d'information.....	24
6.1 Règlements fédéraux américains.....	24
6.2 Publications.....	25
6.3 Organismes des États.....	26
6.4 Associations commerciales.....	26
6.5 Fournisseurs d'équipement.....	27
6.6 Actes de conférences.....	28
7.0 Étude de cas : Moteur diesel alternatif fixe.....	29
7.1 Spécifications du projet.....	29
7.2 Calculs des émissions.....	29
7.3 Base de données RBLC.....	30
7.4 Règlements actuels des États-Unis.....	32
7.5 Ressources pour les options de limitation des émissions.....	32
7.6 Examen des options de limitation des émissions de NO _x	32
7.6.1 La réduction catalytique sélective.....	32
7.6.2 La réduction non catalytique sélective.....	33
7.6.3 La réduction catalytique non sélective.....	33
7.6.4 Dispositifs de maîtrise de la combustion.....	34
7.7 Examen des options de limitation des émissions de CO.....	34
7.7.1 Catalyseurs d'oxydation.....	34

7.8	Examen des options de limitation des émissions de SO ₂	35
7.8.1	Carburants diesel à teneur en soufre ultrafaible.....	35
7.9	Conclusion de l'analyse des BAT.....	36
8.0	Étude de cas : Chaudière à mazout.....	38
8.1	Spécifications du projet.....	38
8.2	Résultats du calcul des émissions.....	38
8.3	Base de données RBLC.....	39
8.4	Règlements actuels des États-Unis.....	41
8.5	Ressources pour les options de limitation des émissions.....	41
8.6	Examen des options de limitation des émissions de NO _x	42
8.6.1	Recirculation des gaz d'échappement.....	42
8.6.2	Évacuation d'air.....	42
8.6.3	Alimentation non uniforme des brûleurs.....	42
8.6.4	La réduction non catalytique sélective.....	42
8.6.5	La réduction catalytique sélective.....	43
8.6.6	Utilisation d'un combustible moins polluant.....	44
8.7	Examen des options de limitation des émissions de SO ₂	44
8.7.1	Désulfuration des gaz de combustion.....	44
8.7.2	Utilisation d'un combustible moins polluant.....	44
8.8	Examen des options de limitation des émissions de particules.....	45
8.8.1	Dépoussiéreurs électriques.....	45
8.8.2	Dépoussiéreurs à sacs filtrants.....	45
8.8.3	Cyclones.....	45
8.8.4	Épurateurs.....	45
8.8.5	Utilisation d'un combustible moins polluant.....	45
8.9	Examen des options de limitation des émissions de CO.....	46
8.9.1	Bonnes pratiques de combustion.....	46
8.9.2	Catalyseurs d'oxydation.....	46
8.9.3	Catalyseurs d'oxydation du CO à vaporisation.....	46
8.10	Conclusion de l'analyse des BAT.....	47
9.0	Étude de cas : Four à ciment alimenté en combustible dérivé des pneus.....	48
9.1	Spécifications du projet.....	48
9.2	Calcul des émissions.....	51
9.3	Base de données RBLC.....	51
9.4	Règlements actuels des États-Unis.....	51
9.5	Options de limitation des émissions.....	51
9.6	Technologies de limitation des particules.....	52
9.6.1	Dépoussiéreurs électriques.....	52
9.6.2	Épurateurs à voie humide.....	53
9.6.3	Dépoussiéreurs à sacs filtrants.....	53
9.6.4	Cyclones.....	53
9.7	Examen des options de limitation des émissions de NO _x	53
9.7.1	Brûleurs à faible émission de NO _x	54
9.7.2	Réduction non catalytique sélective.....	54
9.7.3	Réduction catalytique sélective.....	55
9.8	Examen des options de limitation des émissions de CO.....	55

9.8.1	Bonnes pratiques de combustion	55
9.8.2	Catalyseurs d'oxydation.....	56
9.8.3	Catalyseurs d'oxydation du CO à vaporisation	56
9.9	Examen des options de limitation des émissions de SO ₂	56
9.9.1	Désulfuration des gaz de combustion	56
9.10	Conclusion de l'analyse des BAT.....	57
Annexe A – Normes de rendement des sources nouvelles		59
Annexe B – Normes nationales sur les émissions de polluants atmosphériques dangereux		62

Liste des tableaux

Tableau 1	Rapport de classement des résultats d'une recherche dans la base de données RBLC.....	17
Tableau 2	Information sur une installation obtenue de la base de données RBLC18	
Tableau 3	Information sur un polluant obtenue de la base de données RBLC	19
Tableau 4	Résultats d'une recherche sur les émissions de NO _x dans la base de données RBLC pour les moteurs à explosion	30
Tableau 5	Résultats d'une recherche sur les émissions de CO dans la base de données RBLC pour les moteurs à explosion	31
Tableau 6	Analyse des coûts de limitation des émissions de NO _x d'un moteur à explosion au moyen d'un dispositif RCS	37
Tableau 7	Résultats d'une recherche des taux d'émission de NO _x dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout.....	39
Tableau 8	Résultats d'une recherche des taux d'émission de particules dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout	40
Tableau 9	Résultats d'une recherche des taux d'émission de CO dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout.....	41
Tableau 10	Analyse des coûts de la limitation des NO _x d'une chaudière au mazout au moyen d'un dispositif RCS	43
Tableau 11	Liste des installations américaines et canadiennes qui utilisent un combustible dérivé des pneus.....	49

Liste des sigles et acronymes

ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BACT	<i>Best Available Control Technology</i> (meilleure technologie de limitation disponible)
BAT	<i>Best Available Technology</i> (meilleure technologie disponible)
BFNO	brûleur à faible taux d'émission de NO _x
BTU	<i>British thermal units</i> (unité thermique anglaise)
CAT	Caterpillar ^{MD}
CATC	<i>Clean Air Technology Center</i> (Centre des technologies de l'air salubre)
CDP	combustible dérivé des pneus
CDTSU	carburant diesel à teneur en soufre ultrafaible
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i> (code de réglementation fédérale des États-Unis)
CO	monoxyde de carbone
CO ₂	dioxyde de carbone
COV	composé organique volatil
DE	dépoussiéreur électrique
DGC	désulfuration des gaz de combustion
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)
HCNM	hydrocarbure non méthanique
HNB	hydrocarbures non brûlés
HP	horse power
HT	hydrocarbures totaux
kW	kilowatt
LAER	<i>Lowest Achievable Emission Rate</i> (le plus bas débit d'émission réalisable)
MACT	<i>Maximum Achievable Control Technology</i> (technologie de contrôle du maximum atteignable)
NAA	<i>Non-attainment Area</i> (zone de non-conformité)
NAAQS	<i>National Ambient Air Quality Standards</i> (normes nationales sur la qualité de l'air ambiant)
NEET	<i>New and Emerging Environmental Technologies</i> (technologies environnementales nouvelles et émergentes)
NESHAP	<i>National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants</i> (normes nationales pour les émissions de polluants atmosphériques dangereux)
NO _x	oxydes d'azote
NSPS	<i>New Source Performance Standards</i> (normes de rendement des sources nouvelles)
NSR	<i>New Source Review</i> (examen de non-conformité des sources nouvelles)
PAD	polluant atmosphérique dangereux
pi ³ /min	pied cube par minute
PM	particules en suspension dans l'air
ppm	partie par million

PSD	<i>Prevention of Significant Deterioration</i> (prévention de la dégradation importante)
RACT	<i>Reasonably Available Control Technology</i> (technologie de contrôle raisonnablement disponible)
RBLC	<i>RACT, BACT, LAER Clearinghouse</i> (base de données RBLC)
RCNS	réduction catalytique non sélective
RCS	réduction catalytique sélective
RGC	recalcul des gaz de combustion
RGE	recirculation des gaz d'échappement
RNCS	réduction non catalytique sélective
SEA	système d'évacuation d'air
SO ₂	dioxyde de soufre
SO _x	oxydes de soufre
TEPBP	taux d'émission le plus bas possible
tpa	tonnes par année
TTN	<i>Technology Transfer Network</i> (réseau de technologie de transfert)

1.0 Introduction

Ce guide d'analyse des *Best Available Technology* (BAT, meilleure technologie disponible) a été préparé pour les spécialistes de la réglementation de la qualité de l'air de l'Amérique du Nord. Le document donne une explication étape par étape du processus d'analyse des BAT utilisé aux États-Unis et comprend trois études de cas pour 1) les moteurs alternatifs fixes, 2) les centrales électriques au pétrole résiduel et 3) les fours à ciment alimentés par des pneus usagés.

Ce guide expose en détail chaque étape du processus d'analyse des BAT utilisé par l'*Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement) des États-Unis pour les sources fixes. En plus d'expliquer le principe général de chaque étape, le guide illustre les étapes en prenant comme exemples les trois études de cas. Les étapes de l'analyse des BAT commencent par l'identification de chaque dispositif possible de limitation des émissions pour une source d'émissions particulière, puis passent à une évaluation des impacts environnementaux, énergétiques et économiques pour chaque option en vue de déterminer la meilleure.

Le guide explique comment utiliser les principales sources d'information, comme la base de données *RACT, BACT, LAER Clearinghouse* (RBLC) de l'EPA. De plus, il présente des façons d'obtenir de certains États américains des informations qui pourraient ne pas être disponibles dans la base de données RBLC. D'autres sources d'information sur les technologies de limitation des émissions sont listées, telles que des fournisseurs d'équipement, des associations commerciales, des publications et les normes de réglementation actuelles de l'EPA (c.-à-d. les *New Source Performance Standards* [NSPS, normes de rendement des sources nouvelles] adoptées en vertu de 40 CFR 60 et la *Maximum Achievable Control Technology* [MACT, technologie de contrôle du maximum atteignable], en vertu de 40 CFR 63).

En ce qui concerne les impacts économiques, l'analyse des BAT comprend des tableaux d'analyse de coûts spécifiques élaborés à partir des lignes directrices de l'*EPA Air Pollution Control Cost Manual* (EPA 452/B-02-001)¹, avec une explication des données d'entrée clés. Une liste des ressources d'information pour d'autres catégories de sources est fournie, dont une liste d'adresses de sites Web pour des comptes rendus technologiques de fournisseurs ainsi qu'un répertoire d'associations commerciales de surveillance des émissions.

En définitive, l'analyse des BAT vise à déterminer un taux d'émission réalisable. L'analyse des BAT peut identifier un type spécifique de dispositif de limitation des émissions, mais le taux d'émission final est finalement l'exigence réglementaire dans la délivrance d'un permis. Les analyses de BAT sont effectuées au cas par cas. Même si l'industrie n'apprécie pas que la cible change constamment en ce qui concerne les BAT, ce fait permet aux organismes de réglementation de mettre en application les progrès technologiques dans la limitation des émissions.

¹ Disponible à l'adresse <<http://www.epa.gov/ttn/catc/products.html#cccinfo>>

Aux États-Unis, l'obligation d'effectuer une analyse des BAT fait partie du processus d'approbation des permis de construction. Il incombe à l'examineur de permis réglementaires de comprendre les technologies de limitation des émissions pour évaluer objectivement l'analyse des BAT présentée par un demandeur.

Remarque : Tous les montants cités dans ce document sont en dollars US.

2.0 Contexte

On trouvera ci-après un aperçu de la façon dont l'EPA a incorporé l'analyse des BAT à ses exigences réglementaires.

2.1 Autorisation d'une nouvelle source

Aux États-Unis, il existe des règlements fédéraux « d'autorisation de nouvelles sources » qui obligent une nouvelle source majeure (ou une installation majeure existante qui entreprend des modifications majeures) à obtenir une préautorisation en vertu du programme *New Source Review* (NSR, examen de non-conformité des sources nouvelles) avant de commencer la construction d'une source de pollution atmosphérique. Les exigences fédérales varient d'une région du pays à l'autre selon le degré de conformité de la qualité de l'air locale aux *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS, normes nationales sur la qualité de l'air ambiant). Les régions désignées conformes à cet objectif devront satisfaire aux exigences du programme *Prevention of Significant Deterioration* (PSD, prévention de la dégradation importante). Les régions non conformes devront satisfaire aux exigences plus strictes du programme *Non-attainment Area* (NAA, zone de non-conformité).

2.1.1 Programme PSD

Le programme PSD exige qu'un demandeur analyse toutes les méthodes de limitation des émissions techniquement réalisables et fasse la preuve que les taux d'émission proposés sont comparables à ceux des *Best Available Control Technology* (BACT, meilleure technologie de limitation disponible). L'analyse des BACT évalue chaque méthode de limitation des émissions sous l'angle des impacts énergétiques, environnementaux et économiques. Il s'agit d'une analyse descendante, c'est-à-dire que le taux d'émission le plus bas possible doit être examiné en premier. La méthode de limitation ayant le plus faible taux d'émission ne peut être écartée que pour des raisons énergétiques, environnementales ou économiques valables. Dans ce cas, la méthode ayant le taux d'émission le plus bas suivant peut alors être examinée. La progression se poursuit jusqu'à ce qu'un taux d'émission soit identifié comme étant celui de la BACT. Le programme PSD exige également d'évaluer l'impact prévu des nouvelles émissions sur les concentrations actuelles dans l'air ambiant pour montrer que la région conforme à l'objectif ne deviendra pas une région non conforme.

2.1.2 Programme NAA

Le programme NAA exige qu'un demandeur analyse toutes les méthodes de limitation des émissions techniquement réalisables et fasse la preuve que le taux d'émission proposé est comparable au *Lowest Achievable Emission Rate* (LAER, le plus bas débit d'émission réalisable). L'analyse des LAER est identique à l'analyse des BACT, sauf que les facteurs économiques ne sont pas pris en considération. C'est une analyse descendante, comme l'analyse des BACT, mais elle n'évalue que les facteurs énergétiques et environnementaux. Le programme NAA exige également d'acheter des crédits de compensation des émissions de façon à ce qu'il y ait une nette baisse des émissions dans la région non conforme.

2.2 Plans de mise en œuvre des États

Les exigences d'autorisation fédérales visent les nouvelles sources majeures ou les modifications majeures à des sources majeures existantes, mais chaque État peut avoir son propre programme d'autorisation de construction de petites sources de pollution atmosphérique. Nombre d'États américains ont ajouté la BACT à leurs exigences d'autorisation de construction de sources mineures. Pour les sources existantes dans les États se trouvant dans des régions non conformes, l'EPA exige que l'État mette en œuvre un règlement exigeant une meilleure limitation des émissions pour que la région devienne conforme. Le niveau de limitation des émissions des sources existantes est celui de la *Reasonably Available Control Technology* (RACT, technologie de contrôle raisonnablement disponible). Le degré d'atteinte de l'objectif est réévalué chaque année par la surveillance de l'air ambiant. Si l'atteinte n'est pas réalisée, l'État abaissera ses limites de RACT.

2.3 Autorisation de construction

Comme nous l'avons dit précédemment, la plupart des États ont leurs propres règlements d'autorisation de construction pour les sources qui se trouvent sous le niveau d'applicabilité du programme NSR. Dans de nombreux États, les exigences d'autorisation de construction comprennent l'utilisation des BACT pour permettre à l'examineur de permis d'exiger une meilleure limitation des émissions (émissions plus faibles) au cas par cas.

3.0 Processus de mise en œuvre des BAT

Il y a plusieurs facteurs à prendre en compte pour choisir l'option de limitation des émissions qui est la meilleure technologie disponible. D'un point de vue environnemental, la meilleure option est celle qui minimise les émissions totales du polluant en cause. Toutefois, il n'est pas toujours possible d'utiliser l'option de limitation de la pollution la plus efficace en raison de ses impacts économiques, énergétiques, environnementaux ou techniques possibles. Par conséquent, on utilise un processus descendant pour trouver la technologie ou le processus le plus appropriés à chaque application spécifique. Cette méthode est relativement rapide et simple, et est facile à répéter pour tous les polluants et toutes les sources à examiner. Le processus est décrit en détail dans cette section.

Aux États-Unis, le seuil des émissions pour déclencher une analyse des BAT est soit une nouvelle source majeure (de 100 à 250 tonnes par année [tpa]), soit une modification majeure à une source majeure existante (une augmentation de 10 à 50 tpa). Certains États procèdent à une analyse des BAT pour faire approuver un nouveau procédé ayant des émissions supérieures à 1 tpa.

3.1 Étape 1 : Identification des technologies de limitation possibles

La première étape d'une analyse descendante est d'identifier toutes les options de limitation disponibles. Les options disponibles sont les technologies ou les techniques de limitation de la pollution atmosphérique qui peuvent être appliquées pratiquement à l'unité d'émission et aux polluants visés par l'évaluation. Les technologies et les techniques de limitation de la pollution atmosphérique comprennent l'utilisation de procédés de production ou de méthodes, de systèmes et de techniques disponibles, y compris l'épuration ou le traitement des combustibles ou des méthodes de combustion novatrices, pour limiter le polluant en cause. Cet aspect de l'analyse inclut les technologies utilisées ailleurs dans le monde. Les technologies exigées pour déterminer les LAER sont disponibles aux fins de l'analyse des BACT; elles doivent également être comptées parmi les technologies de remplacement et sont généralement les meilleures.

3.2 Étape 2 : Élimination des options non réalisables

Dans la deuxième étape, la faisabilité technique des options de limitation identifiées à la première étape est évaluée en ce qui a trait aux facteurs spécifiques des sources (ou spécifiques des unités d'émission). La démonstration qu'une option n'est pas techniquement réalisable doit être bien documentée et montrer, sur la base de principes physiques, chimiques et techniques, que des difficultés techniques empêcheraient de l'utiliser avec succès. Les options de limitation non réalisables au plan technique sont alors éliminées de toute considération future dans l'analyse des BACT.

3.3 Étape 3 : Tri et classement des options réalisables

À l'étape 3, toutes les méthodes restantes qui n'ont pas été éliminées à l'étape 2 sont classées et énumérées par ordre d'efficacité de limitation globale pour le polluant examiné, la méthode la plus efficace venant en tête. Une liste doit être dressée pour chaque polluant et chaque unité d'émission (ou groupement d'unités semblables) soumis à une analyse des BACT. Cette liste doit présenter un tableau des technologies de remplacement et inclure les informations suivantes :

- la réduction des émissions (pourcentage de polluant éliminé);
- le taux d'émission prévu (tonnes par année, livres par heure);
- les impacts énergétiques;
- les impacts environnementaux (y compris tout impact important ou inhabituel sur d'autres milieux, comme l'eau ou les déchets solides, et les effets sur les contaminants atmosphériques toxiques ou dangereux);
- les impacts économiques (rentabilité).

Il n'est pas nécessaire pour un demandeur qui propose la méthode de remplacement en tête de liste d'indiquer le coût ni de fournir d'autres informations détaillées concernant les autres options. Ce demandeur n'a l'obligation que de montrer à la satisfaction de l'organisme d'examen que l'option de limitation choisie vient vraiment en tête de liste.

3.4 Étape 4 : Évaluation de l'option la plus efficace

Après l'identification des options technologiques de limitation disponibles et techniquement réalisables, les facteurs énergétiques, environnementaux et économiques sont évalués afin d'en arriver au niveau de limitation final. À ce stade, l'analyse présente les impacts connexes des options figurant sur la liste. Pour chaque option, le demandeur a la responsabilité de présenter une évaluation objective de chaque impact. Les impacts positifs et négatifs doivent être discutés, et quantifiés dans la mesure du possible. En général, l'analyse des BACT doit se concentrer sur l'impact direct de l'option de remplacement.

Si le demandeur accepte l'option en tête de liste comme BACT et qu'il n'y a plus aucun point en litige concernant les impacts environnementaux connexes, l'analyse est terminée et les résultats sont proposés comme BACT. Si l'option choisie est inappropriée à cause de ses impacts énergétiques, environnementaux ou économiques, la raison doit en être documentée. Puis, l'option de remplacement suivante sur la liste devient la nouvelle option de limitation proposée et est évaluée de la même façon. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que la technologie examinée ne puisse être éliminée à cause d'un impact environnemental, énergétique ou économique quelconque spécifique d'une source démontrant que cette option est inappropriée comme BACT.

L'impact économique est généralement le facteur le plus important, car les problèmes environnementaux et énergétiques peuvent souvent être résolus avec des systèmes plus

coûteux. La détermination de ce qui est économiquement réalisable est une évaluation subjective au cas par cas qui est effectuée par l'organisme de réglementation. L'objectif est d'établir un niveau acceptable d'incidence financière. L'incidence financière (dollars par tonne par année de réduction des émissions) jugée économiquement réalisable peut tout simplement être le montant qu'une autre installation semblable est prête à dépenser.

Aux États-Unis, la limitation des oxydes d'azote (NO_x) a été jugée économiquement abordable à des prix allant de 10 000 \$ à 15 000 \$ par tonne par année. Celle du dioxyde de soufre (SO₂) est moins onéreuse, et la faisabilité économique peut se trouver dans la plage de 1 000 \$ à 3 000 \$ par tonne par année.

3.5 Étape 5 : Choix d'une BACT

À ce stade, il devrait y avoir une option la meilleure possible et réalisable pour réduire les émissions. Il devrait également y avoir une documentation importante disponible pour appuyer cette décision. Celle-ci, de même que toute la documentation pertinente pour la justifier, est ensuite présentée pour examen à un agent de l'environnement. Ultimement, l'examineur décide quelle option de limitation est la meilleure et la plus raisonnable. Ce processus est ensuite répété pour chaque polluant et chaque procédé à examiner. On trouvera des exemples de ce processus dans les études de cas présentées aux **sections 7 à 9**.

Il est important de noter que le degré de limitation jugé BAT est une cible mouvante. À mesure que les technologies de limitation des émissions s'amélioreront et/ou que les coûts baisseront, les taux d'émission jugés BAT baisseront graduellement, ce qui est l'objectif du programme. Par exemple, il y a quelques années, on a adopté à l'intention des nouvelles sources une norme de rendement de 65 parties par million (ppm) de NO_x pour les turbines à gaz. Les améliorations des technologies de combustion ont permis aux turbines d'atteindre 42 ppm. Puis, avec l'utilisation de l'injection d'eau et/ou de vapeur, elles ont pu descendre à 9 ppm. Avec les progrès réalisés dans les technologies de limitation des NO_x post-combustion par réduction catalytique sélective (RCS), le niveau de BAT a été abaissé à 2 ppm pour les turbines à gaz aux États-Unis.

4.0 Aperçu de la RBLC

L'EPA des États-Unis tient à jour une base de données accessible au public qui est une compilation des techniques de limitation des émissions lesquelles ont été approuvées comme RACT, BACT ou LAER dans un processus d'autorisation de sources fixes. Cette base de données est appelée *RACT, BACT, LAER Clearinghouse* (RBLC). On peut la consulter via le site Web de l'EPA, au *Clean Air Technology Center* (CATC, centre de technologie de l'air salubre) de son *Technology Transfer Network* (TTN, réseau de transfert de technologie), à l'adresse <www.epa.gov/ttn/catc>. Cette section décrit la présentation du site, et expose comment utiliser la base de données RBLC de façon efficace pour y chercher des projets antérieurs, leur taux d'émissions cibles, et les technologies ou pratiques utilisées par chaque installation pour atteindre l'objectif. Les mots ou les expressions en caractères gras correspondent à des liens actifs de la page Web RBLC.

La base de données RBLC a quatre fonctions de recherche, de la recherche de base à la recherche avancée; elle comporte une **Reference Library (bibliothèque de référence)** qui a des liens à d'autres informations techniques, et une **Tool Box (boîte à outils)** qui a des liens à des outils logiciels pour faciliter l'analyse des BAT. Les fonctions de recherche sont les suivantes :

- **Basic Search (recherche de base)**, la plus facile à utiliser;
- **Find Lowest Emission Rate (taux d'émission le plus bas)**, qui produit automatiquement une recherche de base avec classement des résultats par taux d'émission (présentement disponible pour les sources à combustion seulement);
- **Standard Search (recherche normale)**, qui permet une combinaison quelconque de 24 critères de recherche;
- **Advanced Search (recherche avancée)** qui peut être utilisée pour une recherche plus complexe.

À l'heure actuelle, la base de données RBLC couvre plus de 5 184 installations et de 13 378 procédés. Toutefois, l'information est versée dans la base de données de façon volontaire par les États. Il se peut donc qu'elle ne contienne pas toutes les déterminations de BACT aux États-Unis. De plus, les retards dans l'introduction des données peuvent entraîner des retards allant jusqu'à un an dans la parution des dernières déterminations. Pour chaque détermination de BACT introduite, un agent de l'État est identifié comme personne-ressource pour de plus amples informations.

Le **tableau 1** est un exemple de recherche effectuée dans la base de données RBLC à l'aide de la fonction de recherche **Lowest Emission Rate**. La recherche vise les chaudières industrielles sources d'émissions de NO_x qui sont alimentées au pétrole résiduel. La plage de dates demandée couvrait les cinq dernières années (2000 à 2004). Le **tableau 2** est une illustration de l'information supplémentaire sur les installations et la limitation des émissions que l'on peut obtenir en cliquant sur **RBLC ID**. L'identité de l'agent de l'État désigné personne-ressource (généralement l'ingénieur responsable de la

détermination de la BACT) est une autre information clé. Le **tableau 3** est une illustration de l'information supplémentaire sur les polluants que l'on peut obtenir en cliquant sur **Standard Emission Limit (limite standard des émissions)**. Cette information comprend une description de la technique de limitation proposée.

Tableau 1 Rapport de classement des résultats d'une recherche dans la base de données RBLC

Polluant : NO_x
 Catégorie de procédés : chaudières/chambres de combustion industrielles (entre 100 et 250 millions Btu/h)
 Type de procédé : 12.210
 Nom du procédé : pétrole résiduel (ASTM n° 4,5,6)
 Date d'autorisation : entre le 2000/12/15 et le 2004/12/15

RBLC ID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT
<input type="checkbox"/> Check			
<input checked="" type="checkbox"/> NC-0092	05/10/2001	INTERNATIONAL PAPER COMPANY RIEGELWOOD MILL	0.3670 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> VA-0270	03/31/2003	VIRGINIA COMMONWEALTH UNIVERSITY VCU EAST PLANT	0.4000 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> VA-0278	03/31/2003	Virginia Commonwealth University VCU EAST PLANT	0.4000 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> OR-0031	03/02/2001	POPE & TALBOT, INC HALSEY PULP MILL	0.4700 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> OR-0031	03/02/2001	POPE & TALBOT, INC HALSEY PULP MILL	0.4700 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> OH-0241	11/15/2001	MILLER BREWING COMPANY MILLER BREWING COMPANY - TRENTON	0.7000 LB/MMBTU
<input type="checkbox"/> Check			

Tableau 2 Information sur une installation obtenue de la base de données RBLC

Date Entered: 03/18/2004

Date Last Modified: 05/17/2004

FINAL

RBLC ID: NC-0092

Corporate/Company: INTERNATIONAL PAPER COMPANY

Facility Name: RIEGELWOOD MILL

Facility Description: PAPER MILL

State: NC

Zip Code: 28456

County: COLUMBUS

EPA Region: 4

Facility Contact Information:

Name: EDWARD KRUEL

Phone:

E-Mail:

Agency Contact Information:

Agency: NC001 - NORTH CAROLINA DIV OF ENV MGMT

Contact: Mr. Fred Langenbach

Address: NC Div. of Environment Mgmt.
Air Quality Section
1641 Mail Service Center

Raleigh, NC 27699

Phone: (919)715-6242

Other Agency RICHARD LASATER

Contact Info: NC
(919) 715-6244

Permit Number: 03138R16

EST/ACT DATE

Application Accepted Date: ACT 01/22/2001

Permit Date: ACT 05/10/2001

FRS Number: 110000861620

Permit Type: B: ADD NEW PROCESS TO EXISTING FACILITY
C: MODIFY EXISTING PROCESS AT EXISTING FACILITY

SIC: 2621

NAICS: 322121

Affected Class I / US Border Area:

Distance to Area

Area Name

210 km

Swanquarter, NC

220 km

Cape Romain, SC

Facility-Wide Emission Increase/Decrease:

(After prevention/control measures)

No facilitywide emissions data available for this facility.

Other Permitting Information:

MODIFICATION FOR INSTALLATION OF NEW EQUIPMENT TO INCREASE PRODUCTION CAPACITY.

Tableau 3 Information sur un polluant obtenue de la base de données RBLC

RBLC ID: NC-0092

Corporate/Company: INTERNATIONAL PAPER COMPANY

Facility Name: RIEGELWOOD MILL

Process: BOILER, POWER, OIL-FIRED

Pollutant: NOX

CAS Number: 10102

Pollution Prevention/Add-on Control Equipment/Both/No Controls Feasible: P

P2/Add-on Description: GOOD COMBUSTION PRACTICE

Estimated % Efficiency:

Compliance Verified:

EMISSION LIMITS:

Basis: BACT-PSD

Other Applicable Requirements:

Other Factors Influence Decision:

Emission Limit 1: 0.3670 LB/MMBTU

Emission Limit 2:

Standardized: 0.3670 LB/MMBTU

Verified by Agency? No

COST DATA:

Year Used in Cost Estimates:

Cost Effectiveness:

Incremental Cost Effectiveness:

Pollutant Notes:

La base de données RBLC comporte une **Tool Box** qui fournit des liens rapides à plusieurs éléments utiles, comme l'*EPA Air Pollution Control Cost Manual* (manuel de l'EPA sur les coûts de la lutte contre la pollution atmosphérique). Elle contient des tableurs conçus pour évaluer l'impact économique des options de limitation des émissions, et calcule les montants en unités courantes de dollars par tonne par année (« \$/tpy ») d'émissions évitées. Elle fournit également des liens rapides à des organismes d'État et à des organismes locaux.

5.0 Technologies actuelles de limitation des émissions

Pour dresser la liste des diverses technologies de limitation des émissions, il est important de comprendre que les options ne sont pas limitées aux dispositifs complémentaires de limitation des émissions. Toute technique qui réduit les émissions doit être prise en compte. Les options pourraient appartenir aux types suivants : changement de matière première, changement des conditions de procédé, et/ou ajout d'équipement de limitation des émissions. On trouvera ci-dessous des exemples de chaque type.

5.1 Matières premières

Les options de limitation pour les sources à combustion pourraient inclure un changement du type de combustible. L'utilisation de charbon et de pétrole à faible teneur en soufre peut être une option pour le SO₂. On peut spécifier le degré d'humidité du bois de chauffage comme moyen de limiter les émissions de particules. L'utilisation du gaz naturel peut réduire la production de NO_x, de SO₂ et de particules en suspension dans l'air (PM). Dans les industries de l'imprimerie et des revêtements, on peut réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) en utilisant des solvants à faible teneur en COV ou même des solvants à base d'eau. On peut également utiliser des mélanges à faible teneur en COV ou des agents nettoyants à base d'agrumes pour les opérations de dégraissage.

5.2 Conditions de procédé

On peut réduire les émissions de nombreux types de sources industrielles en acceptant des limites de production. S'il n'y a pas de limitation de la production, un ingénieur préposé à l'examen des demandes de permis réglementaires s'attendrait à ce que le calcul des émissions prévues soit basé sur la capacité maximale pour chaque heure de l'année. Dans des industries comme celle des revêtements, il est souvent plus réaliste de choisir une capacité basée sur la demande en produits. Dans l'industrie de fabrication de plastiques, on peut modifier la température et/ou la pression de traitement afin de réduire les émissions de COV. Les pratiques de travail peuvent faire partie d'un plan BAT. Exemples de pratiques de travail : garder fermés les contenants de liquides volatils, ou démarrage/arrêt d'une turbine à gaz. Pour les opérations de traitement, comme l'enrobage, l'efficacité du système de captage fera partie des considérations globales sur les BAT. La limitation des heures d'utilisation de l'équipement, comme les générateurs de secours, est une composante clé de la limitation des émissions à long terme.

5.3 Équipement de limitation des émissions

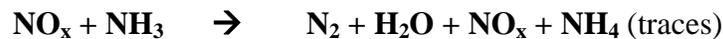
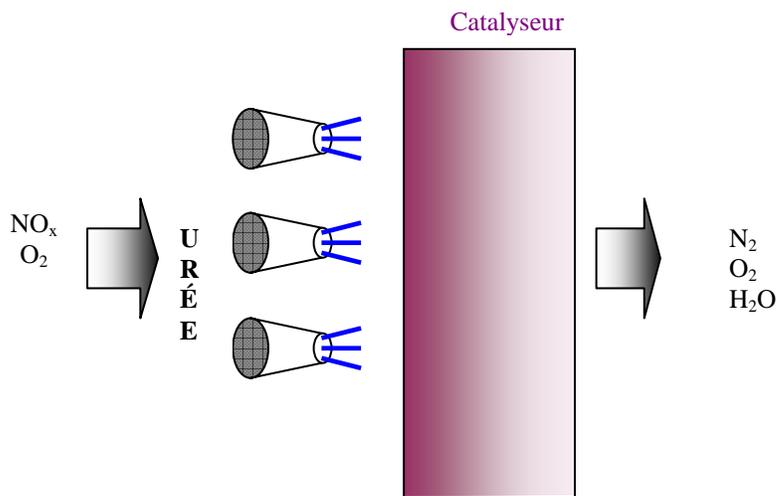
En dernier lieu, après avoir examiné tous les procédés et moyens opérationnels viables pour réduire les émissions, il faudra examiner l'installation de matériel de limitation des émissions. On trouvera ci-après une brève liste avec explications des dispositifs disponibles à cet effet.

5.3.1 Dispositifs de limitation des oxydes d'azote

Dans le cas des chaudières, le premier niveau de limitation des NO_x serait un brûleur à faibles émissions de NO_x (BFNO). Ces brûleurs sont conçus pour fonctionner à des températures plus basses afin de minimiser la formation de NO_x d'origine thermique. Ces brûleurs fonctionnent à

dessein de façon un peu moins efficace, ce qui augmente les émissions de monoxyde de carbone (CO) et réduit celles des NO_x. Ceux-ci peuvent être limités par une réduction non catalytique sélective (RNCR), qui consiste à injecter de l'ammoniac ou de l'urée dans les gaz d'échappement pour réagir avec les NO_x afin de former de l'azote et de l'eau. Sans catalyseur, la température de réaction est très élevée (de 1 400 à 1 500 °F), de sorte que la RNCS n'est efficace que dans une étroite plage de températures relativement élevées. La réduction catalytique sélective (RCS), qui est illustrée sur la **figure 1**, est l'une des méthodes les plus efficaces pour surveiller les émissions de NO_x des sources à combustion. Le catalyseur permet d'obtenir une réaction efficace à une température plus basse, qui est généralement située entre 500 et 900 °F et est déterminée par le type du catalyseur.

Figure 1 Schéma de la réaction de réduction catalytique sélective



Source : M.J. Bradley & Associates

5.3.2 Dispositifs de limitation des particules

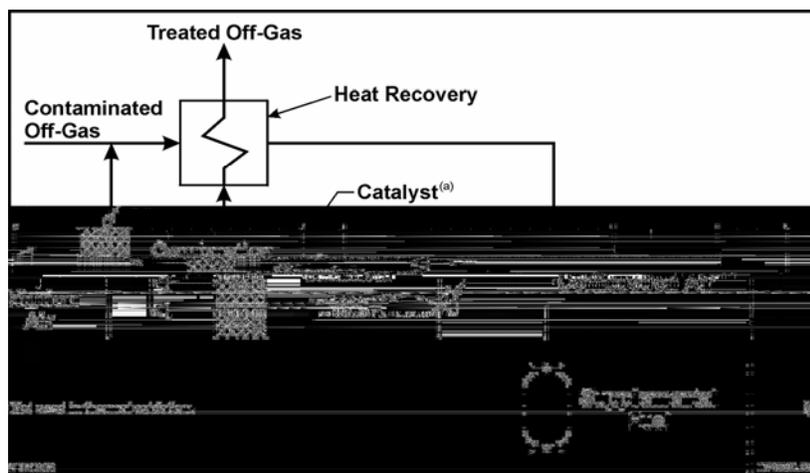
La plupart des dispositifs de limitation des particules sont des collecteurs mécaniques, des dépoussiéreurs électriques, des dépoussiéreurs à sacs filtrants ou les dépoussiéreurs à voie humide. Les collecteurs mécaniques, comme les cyclones, sont utilisés comme dispositifs de première ligne pour enlever les plus grosses particules. Les dépoussiéreurs électriques sont surtout utilisés dans les installations à taux d'échappement élevé et à taux d'émission élevé comme les centrales au charbon et les aciéries. Les dépoussiéreurs à sacs filtrants sont utilisés avec les grandes comme les très petites sources d'émissions. De nombreux tissus filtrants sont utilisés, selon les caractéristiques de l'échappement, comme la charge de particules, la température et le degré d'humidité. Bien qu'il y ait

eu des progrès dans les tissus résistant aux hautes températures, les dépoussiéreurs à sacs filtrants ont des limites de température. Il existe de nombreux types différents de dépoussiéreurs à voie humide pour améliorer l'efficacité de contact entre l'eau et les particules. L'utilisation de ces dépoussiéreurs exigeant une maîtrise des eaux usées, ils sont généralement utilisés avec des sources qui produisent de grosses particules.

5.3.3 Dispositifs de limitation des composés organiques volatils

Il existe diverses méthodes pour limiter les COV, dont des techniques de condensation, l'oxydation thermique, la biofiltration et l'adsorption du carbone. La limitation de la condensation (réfrigération), qui refroidit les gaz d'échappement et cause une précipitation de composés volatils, est une technique assez ancienne, qui était utilisée dans les terminaux de distribution d'essence avant la mise au point de systèmes d'adsorption du carbone. L'oxydation thermique, qui est illustrée à la **figure 2**, est une façon simple et efficace de détruire les COV. Toutefois, la limitation des COV produira des émissions de combustion (surtout des NO_x et du CO). Les dispositifs de biofiltration ne sont pas très répandus; ils sont surtout utilisés pour limiter les odeurs dans les opérations de compostage. L'adsorption du carbone, qui est illustrée sur la **figure 3**, est l'une des techniques les plus efficaces pour les COV. L'adsorption du carbone est idéale avec les COV respirables. Les terminaux de distribution d'essence et les installations d'enrobage qui utilisent un seul solvant sont des exemples courants d'installations qui utilisent l'adsorption du carbone.

Figure 2 Schéma d'une installation d'oxydation thermique catalytique



Source : <http://enviro.nfesc.navy.mil/erb/restoration/technologies/remed/phys_chem/phc-35.asp>.

Treated Off-Gas = Dégagement de gaz traité

Contaminated Off-Gas = Dégagement de gaz contaminé

Heat Recovery = Récupération de la chaleur

Catalyst^(a) = Catalyseur^(a)

6.0 Sources d'information

6.1 Règlements fédéraux américains

Les taux d'émission réalisables et les technologies de limitation connexes peuvent être obtenus en examinant certains règlements spécifiques des sources d'émissions ou des polluants. Trois programmes de réglementation sont dignes de mention. Ce sont, avec leur *Code of Federal Regulations* (CFR, code de réglementation fédérale) des États-Unis :

- NSPS 40 CFR 60;
- NESHAP 40 CFR 61;
- MACT 40 CFR 63.

Le programme *New Source Performance Standards* (NSPS, normes de rendement des sources nouvelles) fournit les taux d'émission exigés pour une nouvelle source d'émissions dont la catégorie est visée par une norme établie en vertu de 40 CFR 60. L'**annexe A** énumère les catégories de sources pour lesquelles une norme a été promulguée en vertu d'un programme NSPS. Les normes promulguées récemment devraient normalement tenir compte des BAT. Toutefois, une analyse des BAT menée en rapport avec une norme promulguée il y a plusieurs années utiliserait la limite établie comme niveau de référence pour déterminer s'il y a eu une amélioration des méthodes de réduction des émissions.

Le programme *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants* (NESHAP, normes nationales pour les émissions de polluants atmosphériques dangereux) donne les exigences concernant la limitation des émissions et/ou les pratiques de travail pour un certain nombre de polluants atmosphériques dangereux (PAD) pour lesquels il a été établi qu'ils n'ont pas de « limite de sécurité ». Les polluants visés par 40 CFR 61 comprennent entre autres l'amiante, le benzène, le béryllium, les émissions de fours de cokerie, l'arsenic inorganique, le mercure, les **radionucléides** et le chloroéthène. Le NESHAP peut fournir certaines informations générales utiles dans le cas d'une analyse des BAT effectuée pour une source qui émet l'un des PAD visés.

Le programme *Maximum Achievable Control Technology* (MACT, technologie de contrôle du maximum atteignable) indique les exigences concernant la limitation des émissions et les taux d'émission pour des sources existantes considérées comme des sources « majeures » de l'un ou de plusieurs des PAD visés. Dans les modifications à la *Clean Air Act* de 1990, la réglementation des PAD est passée de l'approche basée sur la santé du programme NESHAP à une approche basée sur les technologies de limitation appelée programme MACT. Celui-ci a commencé avec une liste de 189 polluants et a fixé un calendrier pour élaborer une norme MACT pour les catégories de sources qui émettent un ou plusieurs de ces polluants. L'**annexe B** énumère les normes MACT élaborées jusqu'ici en vertu de 40 CFR 63.

Le but des normes MACT est de fixer des exigences en matière de limitation des émissions et des taux d'émission des sources existantes. Les normes représentent le niveau de limitation exercé, dans une catégorie de sources particulière, par les sources appartenant aux 15 premiers percentiles du classement des sources selon leur performance en matière d'émissions. Les normes MACT peuvent

servir de documents de référence pour une analyse des BAT en ce qui concerne le niveau minimum qu'une BAT devrait atteindre.

6.2 Publications

Il y a de nombreuses publications qui peuvent aider un ingénieur préposé à l'examen des demandes de permis réglementaires quand il effectue une analyse des BAT. On trouvera ci-dessous quelques titres et adresses de sites Web indiquant où on peut obtenir des exemplaires des documents :

- *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol. 1: Stationary Point and Area Sources* (AP-42) (EPA)
<www.epa.gov/ttn/chief/ap42>
- *EPA Air Pollution Control Cost Manual* (EPA 452/B-02-001)
<<http://epa.gov/ttn/catc/products.html#cccinfo>>
- *Air Pollution Engineering Manual* (149 \$) <www.awma.org/pubs/bookstore>
- *Air Pollution Control Equipment Selection Guide* (127 \$)
<www.awma.org/pubs/bookstore>
- *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice, 25^e édition* (100 \$)
<www.acgih.org/store>

Le guide sur les facteurs d'émission AP-42 (accessible en ligne) indique des facteurs d'émission de référence pour de nombreuses catégories de sources. Ces facteurs d'émission représentent une moyenne calculée par l'EPA à partir des données disponibles de test sur les cheminées. Pour les sources qui utilisent différents types de dispositifs de surveillance ou des dispositifs multiples, le facteur d'émission sera indiqué pour chaque option. Au besoin, le guide AP-42 peut être un point de départ précieux quand il s'agit d'établir un niveau de référence pour les émissions avant d'utiliser les BAT. En outre, il contient des descriptions de procédés et une discussion des dispositifs de limitation des émissions qui ont été utilisés avec un type de procédé donné.

L'*Air Pollution Control Cost Manual* de l'EPA contient un exposé détaillé des diverses technologies de limitation des émissions et fournit des facteurs de coût qui permettent d'effectuer une analyse des impacts économiques dont les résultats seront exprimés en dollars par tonne de réduction des émissions par année. Les tableaux (disponibles électroniquement) contiennent des facteurs prédéterminés pour les diverses phases de construction, et des coûts d'exploitation basés au prorata de l'unité de base de réduction des émissions. Si le coût de base d'un dispositif de limitation des émissions n'est pas disponible, le *Control Cost Manual* donne des instructions sur l'utilisation de facteurs comme les dollars par pied cube d'écoulement d'air par minute (« \$/cfm ») comme base de référence pour estimer le coût de l'équipement.

Les autres documents proposés peuvent être utiles dans certains cas. L'*Air Pollution Engineering Manual* (manuel technique sur la pollution atmosphérique) complète l'information fournie par le guide AP-42 concernant la description des procédés et dispositifs de limitation des émissions. L'*Air*

Pollution Control Equipment Selection Guide (guide de sélection d'équipements de lutte contre la pollution atmosphérique) fournit des lignes directrices sur les dispositifs qui sont efficaces pour divers polluants. Le *Industrial Ventilation Manual* (manuel sur la ventilation industrielle) peut être utilisé pour évaluer les hottes de captage, les conduites et les cheminées d'évacuation si ces éléments sont pris en compte dans la conception et l'établissement des coûts d'un système dans une analyse des BAT. On pourra trouver d'autres documents utiles en effectuant des recherches sur le Web au moyen de mots clés.

6.3 Organismes des États

Aux États-Unis, ce sont généralement les organismes des États qui sont chargés d'examiner les demandes de permis pour les sources nouvelles (ou modifiées). Les questions concernant les permis de délivrance récente peuvent être discutées avec l'ingénieur d'examen des permis de l'État. La base de données RBLC indique la personne-ressource à l'organisme d'approbation de l'État à qui il faut s'adresser pour obtenir une réponse aux questions. Pour les plus récentes analyses d'approbation de BAT, l'information ne se trouve probablement pas dans la base de données, et il pourrait être nécessaire de s'adresser au gouvernement de l'État pour connaître le niveau de réduction des émissions.

6.4 Associations commerciales

Par nature, les associations commerciales servent à transmettre l'information. Quand un fournisseur de dispositifs de limitation des émissions met au point un nouveau produit, il diffuse généralement l'information dans le public par l'intermédiaire d'une ou plusieurs associations commerciales. L'information peut se trouver sur un site Web, dans des actes de conférences ou dans des revues techniques. On trouvera ci-après une liste partielle d'associations commerciales pouvant fournir des renseignements sur la surveillance des émissions dans l'atmosphère.

- Air and Waste Management Association (AWMA)
<www.awma.org>
- Institute of Clean Air Companies (ICAC)
<www.icac.com>
- Electric Power Research Institute (EPRI)
<www.epri.com>
- American Petroleum Institute (API)
<www.api.org>
- National Asphalt Pavement Association (NAPA)
<www.hotmix.org>
- Portland Cement Association (PCA)
<www.portcement.org>

- Composite Panel Association
<www.pbmdf.com>
- Diesel Technology Forum
<www.dieselforum.org>
- DieselNet
<www.dieselnets.com>
- Manufacturers of Emission Controls Association (MECA)
<www.meca.org>

6.5 Fournisseurs d'équipement

Certaines des meilleures sources d'information sur les technologies de limitation des émissions sont indubitablement les fournisseurs qui mettent au point, fabriquent et installent ces dispositifs. Il y a de nombreux fournisseurs ainsi que de nombreuses technologies de limitation, allant de systèmes éprouvés à des systèmes novateurs. Malheureusement, les fournisseurs ne présentent généralement que les aspects positifs de leurs dispositifs de limitation pour promouvoir les ventes. Toutefois, un examen par une personne avertie peut aider à faire le tri dans les belles paroles et à obtenir des informations utiles. On trouvera ci-dessous une liste de certains fournisseurs dans les diverses catégories d'équipements de limitation des émissions et leurs sites Web respectifs.

- Moteurs diesels
 - Caterpillar <www.cat.com>
 - Cummins <www.cummins.com>
 - Mack <www.macktrucks.com>
 - Detroit Diesel <www.detroitdiesel.com>
- Turbines
 - GE <www.gepower.com>
 - Pratt & Whitney <www.pratt-whitney.com>
- Oxydation thermique
 - Trewin & Smith <www.tsix.com>
 - ADWest Technologies, Inc. <www.adwestusa.com>
 - MEGTEC Systems <www.MEGTEC.com>
- Réduction catalytique sélective
 - Siemens <www.siemens.com>
 - Cormetech <www.cormetech.com>
 - Johnson Matthey <www.matthey.com>
 - Engelhard <www.engelhard.com>
 - Fleetguard Emission Solutions <www.fleetguard.com>
- Carbone
 - Barneby Sutcliffe <www.bscarbons.com>
 - John Zink Company <www.johnzinc.com>
 - Calgon <www.calgoncarbon.com>

- Recherche générale
 - Thomas Registry of American Manuf. <www.thomasregistry.com>

6.6 Actes de conférences

Dans une analyse des BAT, il s'agit toujours d'examiner en profondeur les techniques de limitation des émissions nouvelles et novatrices. Par contre, pour le concepteur d'une technologie novatrice, il s'agit de la faire connaître. L'une des méthodes courantes consiste à présenter une communication à une conférence technique. La plupart des conférences publient des actes disponibles gratuitement ou à coût modique.

7.0 Étude de cas : Moteur diesel alternatif fixe

Cette section expose un exemple d'analyse de BAT pour un moteur diesel. Nous supposons que le moteur a une puissance de 2 000 kilowatts (kW), c'est-à-dire de 2 885 horse power (HP, cheval-puissance). Ces moteurs sont couramment utilisés dans les usines d'asphalte, et pour le concassage de la pierre, l'échouissage des métaux, et la production d'électricité à petite échelle (utilisation continue ou de secours). On supposera que le moteur est utilisé comme générateur électrique de secours avec une limite de 500 heures d'utilisation par année. La méthode descendante décrite à la **section 3** sera utilisée pour déterminer la BAT.

7.1 Spécifications du projet

La société XYZ cherche à faire approuver l'installation d'un générateur électrique CAT 3516B à un endroit conforme à l'objectif de la norme nationale sur la qualité de l'air ambiant. Le générateur sera utilisé comme unité de secours durant au plus 500 heures par année. Selon la fiche technique du fournisseur, les taux d'émission, en grammes de polluant par cheval-heure (HP-h), sont les suivants :

- NO_x 6,9 g/HP-h
- CO 0,35 g/HP-h
- COV 0,13 g/HP-h
- particules 0,103 g/HP-h

Ce moteur Caterpillar de série B est le modèle de moteur à gaz pauvre à faibles émissions de cette société, le rapport de l'écoulement de carburant à la combustion d'air y ayant été minimisé. Les moteurs de la série A plus ancienne, dotés de systèmes d'injection de carburant, produisaient environ 12 g/HP-h d'émissions de NO_x. La technologie à gaz pauvre a utilisé l'injection électronique pour atteindre le taux nominal de 6,9 g/HP-h, ce qui est le taux d'émission de NO_x en Californie pour les générateurs diesel de cette taille.

7.2 Calculs des émissions

Sur la base de 500 heures par année, les émissions annuelles calculées sont les suivantes (à noter que les émissions de SO₂ ont été calculées à l'aide du facteur d'émission de l'EPA de 0,00809 lb/HP-h de soufre, en supposant une teneur en soufre de 0,3 %) :

- NO_x 8,1 tpa
- CO 1,9 tpa
- SO₂ 1,9 tpa
- COV 0,21 tpa
- particules 0,16 tpa

Cette étude de cas examine les autres méthodes de limitation des émissions des polluants dont les rejets annuels dépassent 1 tpa. Sur la base des émissions annuelles calculées ci-dessus, cette analyse des BAT inclura les NO_x, le CO et le SO₂.

7.3 Base de données RBLC

La base de données RBLC comporte des entrées dans cette catégorie de moteur à explosion fixe à carburant liquide. Toutefois, seules les émissions de NO_x et de CO sont mentionnées.

Le **tableau 4** contient les résultats pour le **taux d'émission le plus bas** de la base de données RBLC de l'EPA pour les émissions de NO_x des moteurs alternatifs au fuel. L'examen de l'information sur la limitation des émissions concernant la **limite standard des émissions** indique que des moteurs dotés d'un système à RCS ont pu amener les émissions de NO_x dans la plage de 0,7 à 3,6 g/HP-h. Pour avoir des émissions de NO_x dans la plage de 5,2 à 5,6 g/HP-h, les moteurs utilisaient le retard à l'allumage. Pour des émissions de NO_x dans la plage de 6,4 à 6,9 g/HP-h, les moteurs ont été conçus avec la technologie à gaz pauvre. Les moteurs approuvés à 6,9 g/HP-h sont uniquement des moteurs de secours. Le niveau de 6,9 g/HP-h est la spécification limite pour les moteurs diesel alternatifs fixes en Californie.

Tableau 4 Résultats d'une recherche sur les émissions de NO_x dans la base de données RBLC pour les moteurs à explosion

Polluant : NO_x
 Catégorie de procédé : moteurs à explosion
 Type de procédé : 17.110
 Nom du procédé : fuel
 Date des permis : entre le 1999/12/29 et le 2004/12/29

	RBLCID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT
<input type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/>	VT-0013	06/08/2000	MILL RIVER LUMBER, Ltd. MILL RIVER LUMBER, LTD.	0.7500 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	AK-0059	09/29/2003	USAF EARECKSON AIR STATION USAF EARECKSON AIR STATION	1.0900 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	PA-0209	11/08/2002	BOROUGH OF CHAMBERSBURG ORCHARD PARK GENERATING STATION	1.5000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	VT-0014	09/05/2000	OKEMO MOUNTAIN INC. OKEMO MOUNTAIN INC.	1.6000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	PA-0158	06/19/2000	FORD ELECTRONICS AND REFRIGERATION, LLC FORD ELECTRONICS AND REFRIGERATION, LLC	3.6000 G/BHP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	AK-0053	03/21/2000	TESORO ALASKA COMPANY KENAI REFINERY	5.2000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	NC-0074	01/24/2003	BRIDGESTONE/FIRESTONE NORTH AMERICAN TIRE BRIDGESTONE/FIRESTONE NORTH AMERICAN TIRE	5.6700 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	AK-0060	10/10/2003	WESTWARD SEAFOODS, INC. DUTCH HARBOR SEAFOOD PROCESSING FACILITY	6.4500 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	CA-0988	02/01/2003	PACIFIC BELL PACIFIC BELL	6.9000 G/B-HP-H

Le **tableau 5** contient les résultats pour le **taux d'émission le plus bas** de la base de données RBLC de l'EPA pour les émissions de CO des moteurs alternatifs au fuel. L'examen de l'information sur les dispositifs de limitation des émissions liée à la **limite standard des émissions** indique que les quatre entrées dont les émissions de CO sont inférieures à 1 g/HP-h étaient toutes dotées d'un catalyseur d'oxydation. Dans les autres entrées, la limitation du CO repose sur une « bonne pratique de combustion »; dans tous les cas, il s'agit d'installations de secours seulement.

Tableau 5 Résultats d'une recherche sur les émissions de CO dans la base de données RBLC pour les moteurs à explosion

Polluant : CO
 Catégorie de procédé : moteurs à explosion
 Type de procédé : 17.110
 Nom du procédé : fuel
 Date des permis : entre le 1999/12/29 et le 2004/12/29

RBLCID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT
<input type="checkbox"/>	Check		
<input checked="" type="checkbox"/>	VT-0013	06/08/2000 Mill River Lumber, Ltd. MILL RIVER LUMBER, LTD.	0.2700 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	OH-0266	08/15/2002 UNIVERSITY OF CINCINNATI UNIVERSITY OF CINCINNATI	0.3000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	AK-0059	09/29/2003 USAF EARECKSON AIR STATION USAF EARECKSON AIR STATION	0.5000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	VT-0014	09/05/2000 OKEMO MOUNTAIN INC. OKEMO MOUNTAIN INC.	0.6000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	IA-0058	04/10/2002 MIDAMERICAN ENERGY GREATER DES MOINES ENERGY CENTER	1.3800 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	AK-0053	03/21/2000 TESORO ALASKA COMPANY KENAI REFINERY	1.4500 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	MN-0053	07/15/2004 MN MUNICIPAL POWER AGENCY FAIRBAULT ENERGY PARK	1.8300 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	TX-0384	08/23/2000 AVISTA-STEAG BRAZOS VALLEY ELECTRIC GENERATING FACILITY	3.0000 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	PR-0005	03/02/2000 PUERTO RICO ELECTRIC AUTHORITY (PREPA) SAN JUAN REPOWERING PROJECT	3.0200 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	TX-0407	12/06/2002 STEAG POWER LLC STERNE ELECTRIC GENERATING FACILITY	3.0300 G/B-HP-H
<input checked="" type="checkbox"/>	TX-0262	01/03/2000 ARCHER POWER PARTNERS, L.P. ARCHER GENERATING STATION	5.9000 G/B-HP-H

7.4 Règlements actuels des États-Unis

Fait intéressant, la poussée donnée par la réglementation visant à réduire les émissions de NO_x des moteurs diesel alternatifs s'est concentrée sur les sources mobiles. Toutefois, les fabricants des moteurs diesel des sources mobiles fabriquent également les moteurs diesel des sources fixes. Les émissions de NO_x des nouveaux moteurs alternatifs fixes ont été réduites de façon importante au cours des dernières années, sans réglementation visant spécifiquement les sources fixes.

En ce qui concerne les moteurs alternatifs fixes, l'EPA des États-Unis a publié une nouvelle norme MACT, 40 CFR Part 63 subpart ZZZZ, intitulée *Stationary Reciprocating Internal Combustion Engine NESHAP*. Toutefois, elle ne vise que les moteurs qui rejettent plus de 10 tpa de PAD. Le dispositif de limitation requis est soit 1) l'installation d'un catalyseur d'oxydation, soit 2) l'établissement de limites d'exploitation. Étant donné qu'un catalyseur d'oxydation réduit également la quantité de CO, la norme MACT comporte également des exigences de réduction du CO pour les moteurs fixes classés parmi les moteurs à utilisations autres que dans les installations de secours seulement.

7.5 Ressources pour les options de limitation des émissions

L'une des ressources utilisables pour identifier les options de limitation des émissions est la base de données *New and Emerging Environmental Technologies* (NEET, technologies environnementales nouvelles et émergentes) *Clean Air Technologies Database* (base de données sur les technologies de l'air salubre) parrainée par l'EPA. On peut y avoir accès au moyen d'un lien à la base de données RBLC, ou directement à l'adresse <<http://neet.rti.org/>>. Un tri par polluant, source fixe, émissions captées et disponibilité commerciale a permis d'obtenir une liste des options de limitation. Par ailleurs, le document *EPA Air Pollution Control Cost Manual—Sixth Edition* (EPA 452/B-02-001) comporte un chapitre pour chaque polluant principal. On peut le consulter électroniquement par l'intermédiaire de la base de données RBLC à l'aide du lien **Reference Library** à l'adresse <<http://www.epa.gov/ttn/catc>>.

7.6 Examen des options de limitation des émissions de NO_x

On trouvera ici des informations sur chaque option possible de limitation des émissions de NO_x, qui sont basées sur l'expérience et sur des recherches documentaires sur des applications semblables.

7.6.1 La réduction catalytique sélective

Un système de réduction catalytique sélective (RCS) est un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement qui utilise la capacité de certaines substances, généralement l'urée ou l'ammoniac, de réagir avec les émissions de NO_x pour former des composés chimiques inoffensifs. Une quantité contrôlée du réactif, vaporisée dans la cheminée d'échappement, est reçue par un dispositif complexe comportant des métaux précieux qui servent de catalyseurs pour la réaction chimique. Par le passé, les dispositifs RCS ont été très efficaces comme dispositifs de limitation des NO_x. Leur inconvénient est qu'ils sont généralement onéreux et que les gaz d'échappement du moteur doivent se trouver à une certaine température et sous une certaine pression pour fonctionner correctement.

Impacts environnementaux

Des exemples tirés du passé montrent que les dispositifs RCS ont réduit de façon importante les émissions de NO_x des moteurs diesel alternatifs. Dans des conditions de fonctionnement optimales, on peut s'attendre à une réduction des NO_x d'environ 90 % avec l'installation d'un dispositif RCS. L'efficacité et le taux d'émission finals sont toutefois très difficiles à prévoir car ils dépendent de l'unité RCS ainsi que de la pression et de la température dans la cheminée. De plus, les dispositifs RCS ne peuvent réduire les émissions de NO_x quand le moteur est froid. En se basant sur les données RBLC, on prévoit que les dispositifs RCS réduiront les émissions de NO_x d'environ 90 %. Bien que les taux d'alimentation en ammoniac des systèmes RCS soient choisis pour minimiser tout rejet d'ammoniac, la plupart des constructeurs font état d'un taux de fuite de l'ammoniac allant de 2 à 10 ppm.

Impacts énergétiques

Même si les dispositifs RCS ne sont pas normalement considérés comme des dispositifs consommateurs d'énergie, ils en entraînent néanmoins une légère augmentation de la consommation. Étant donné que le matériel sera installé directement dans la cheminée d'échappement, les ventilateurs d'échappement devront fournir un effort supplémentaire pour produire le débit de circulation approprié. Les pulvérisateurs d'ammoniac consomment également une faible quantité d'énergie. L'utilisation d'un dispositif RCS implique aussi une certaine augmentation indirecte de la consommation d'énergie, par exemple pour produire et transporter l'ammoniac.

Impacts économiques

Le **tableau 6** détaille les coûts d'immobilisation et d'exploitation liés à l'installation d'un dispositif RCS dans une usine. Essentiellement, cette installation coûte 384 k\$ en immobilisations et 62 k\$ par année pour le fonctionnement. Compte tenu de la réduction prévue des émissions de NO_x, ceci correspond à environ 22,2 k\$ par tonne de NO_x évitée en supposant 500 heures de fonctionnement par année. C'est assurément la plus coûteuse des méthodes de limitation présentées.

7.6.2 La réduction non catalytique sélective

La méthode de réduction non catalytique sélective (RNCS) des NO_x introduit dans les gaz d'échappement du moteur diesel de nouveaux composés (le plus souvent de l'ammoniac ou de l'urée) qui décomposent les molécules de NO_x en azote et en oxygène, tout comme un dispositif RCS. La différence entre les deux technologies est qu'un dispositif RNCS ne comporte pas de catalyseur à métaux précieux pour accélérer la réaction ammoniac-NO_x. Les systèmes RNCS peuvent réduire les NO_x de 60 %, mais seulement aux températures supérieures à 1 700 °F. À des températures plus basses, la réaction est trop lente et l'ammoniac non utilisé est rejeté par la cheminée. Étant donné que cette température est très supérieure à la température de fonctionnement normale d'un générateur, cette option n'a pas été jugée techniquement réalisable pour cette application.

7.6.3 La réduction catalytique non sélective

Les dispositifs de réduction catalytique non sélective (RCNS) utilisent un catalyseur d'oxyde carbonique et d'hydrocarbures à trois voies pour transformer les NO_x en azote et en eau. Le réducteur est appliqué au gaz d'échappement, en amont d'un catalyseur, de sorte que le dispositif

n'est applicable qu'aux moteurs à gaz riche. Cette option a semblé non réalisable au plan technique car les moteurs alternatifs sont généralement du type à gaz pauvre.

7.6.4 Dispositifs de maîtrise de la combustion

Plusieurs dispositifs de maîtrise de la combustion, comme les injecteurs de carburant, les systèmes de postrefroidissement et les dispositifs de combustion de gaz pauvre ont déjà été incorporés au CAT 3516B. Ces dispositifs étaient considérés comme de BAT possibles avant la découverte que la production de NO_x par le moteur était supérieure au niveau admissible, même quand ces dispositifs étaient en opération.

La recirculation des gaz d'échappement (RGE) est une technique qui consiste à réacheminer une partie des gaz d'échappement aux dispositifs d'admission du moteur, ce qui abaisse la température de combustion et, par conséquent, abaisse les émissions de NO_x, la réduction pouvant atteindre 15 %. Cependant, cette méthode a été jugée non techniquement réalisable car les polluants présents dans les gaz d'échappement endommageraient le système d'admission et augmenteraient la vitesse d'usure du moteur.

L'injection de vapeur, qui est applicable aux chaudières et aux turbines, réduit également la température de combustion et abaisse les émissions de NO_x de 15 % dans ces applications. Cependant, les particules d'eau contenues dans la vapeur feraient rouiller l'intérieur des moteurs à explosion et en accéléreraient l'usure; ces techniques ont donc été jugées techniquement inappropriées à cette application.

Le retard à l'allumage dans les moteurs peut être un moyen efficace et peu coûteux pour obtenir une légère réduction des NO_x, mais a l'inconvénient d'augmenter les émissions de COV et de CO. De plus, il peut réduire l'efficacité, la performance, la fiabilité et la durée de vie du moteur, d'après Caterpillar. Cette méthode a donc été jugée non techniquement réalisable pour cette application.

7.7 Examen des options de limitation des émissions de CO

On trouvera ici des informations sur chaque option possible de limitation des émissions de CO, qui sont basées sur l'expérience et sur des recherches documentaires sur des applications semblables.

7.7.1 Catalyseurs d'oxydation

Les catalyseurs d'oxydation en modules ou en unités standardisées sont les dispositifs les plus économiques pour éliminer ou réduire le monoxyde de carbone; ils ont également l'avantage de réduire les émissions d'hydrocarbures non brûlés. Ce sont des dispositifs durables et très efficaces, à base de métaux précieux; la baisse de pression est faible et l'activité catalytique élevée. Les catalyseurs comportent généralement un substrat alvéolaire de métal et de céramique couplé à des enduits catalytiques spécifiques de l'application. Des formulations à base de métaux précieux permettent d'obtenir des niveaux de destruction élevée à des températures plus basses. L'utilisation de formulations à grande activité et résistantes aux poisons permet de réduire le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures non brûlés et les odeurs à des températures plus basses et avec un catalyseur moins volumineux — un volume plus faible ayant pour conséquence des coûts d'immobilisation moins élevés et une température plus basse, et des coûts d'exploitation moins élevés. Dans certains cas, le niveau de destruction des polluants peut dépasser 98 %.

Impacts environnementaux

En plus de réduire les émissions de CO, les catalyseurs d'oxydation réduisent également les émissions de COV. Il y a toutefois un impact environnemental négatif : l'oxydation du CO produit du CO₂ (un gaz à effet de serre).

Impacts énergétiques

L'utilisation d'un catalyseur d'oxydation entraîne une baisse de pression supplémentaire, ce qui a pour conséquence une légère augmentation de la consommation d'énergie.

Impacts économiques

Le coût d'immobilisation d'un catalyseur d'oxydation pouvant traiter 17 000 pi³/min de gaz d'échappement est de 150 k\$. Sur la base du coût d'immobilisation et du coût d'exploitation estimé de 25 k\$, l'impact économique serait de 20 k\$/tpa de CO évité.

7.8 Examen des options de limitation des émissions de SO₂

On trouvera ici des informations sur chaque option possible de limitation des émissions de SO₂, qui sont basées sur l'expérience et sur des recherches documentaires sur des applications semblables.

7.8.1 Carburants diesel à teneur en soufre ultrafaible

En raison de sa teneur en soufre moindre, le carburant diesel à teneur en soufre ultrafaible (CDTSU) permet d'obtenir des réductions importantes des émissions de SO₂. Bien qu'un peu plus cher que le carburant diesel n° 1, le CDTSU offre un moyen facile et pratique sur le plan environnemental de réduire les émissions sans qu'il soit nécessaire d'installer ou d'entretenir un quelconque nouvel équipement ou dispositif de post-traitement. L'utilisation de ce carburant en remplacement du carburant diesel est un candidat prometteur comme BAT pour réduire les émissions de SO₂.

Impacts environnementaux

En plus de réduire les émissions de SO₂ (la réduction étant directement proportionnelle à la différence de teneur en soufre), le CDTSU a également l'avantage d'abaisser légèrement les émissions de NO_x. Dans les opérations de raffinage visant à extraire le soufre, il y aura probablement une légère réduction de l'azote élémentaire, ce qui peut se traduire par une baisse des émissions de NO_x.

Impacts énergétiques

La combustion du CDTSU se fait sans augmentation de la consommation d'énergie. Il y aura toutefois une augmentation de la consommation d'énergie à la raffinerie de production du CDTSU.

Impacts économiques

Le CDTSU coûte environ 0,05 \$/gal de plus. Sous l'hypothèse d'une consommation maximale de 147,6 gal/h durant 500 h par année, l'impact économique serait de 2,3 k\$/tpa de SO₂ évité.

7.9 Conclusion de l'analyse des BAT

Le résultat de la méthode d'évaluation descendante des BAT est que, si les coûts n'étaient pas un facteur (ou si l'unité n'était pas limitée à 500 h d'utilisation par année), le CAT 3516B serait doté d'un dispositif RCS pour limiter les NO_x, et d'un catalyseur d'oxydation pour le CO, et serait obligé d'utiliser du CDTSU. Cependant, étant donné que cette étude de cas porte sur un générateur utilisé en cas d'urgence seulement (utilisation limitée à 500 h par année), le coût du dispositif RCS dépasse largement le seuil économiquement rentable de 15 k\$ utilisé dans certaines régions des États-Unis. C'est la raison pour laquelle le catalyseur d'oxydation pour le CO et l'utilisation du CDTSU pour le SO₂ ne sont pas non plus considérés comme économiquement rentables. À ce titre, la BAT pour cette étude de cas sera une spécification d'utilisation de gaz pauvre dans le moteur ainsi que de bonnes pratiques de combustion pour que les émissions de CO ne soient pas augmentées par une efficacité de combustion médiocre.

Tableau 6 Analyse des coûts de limitation des émissions de NO_x d'un moteur à explosion au moyen d'un dispositif RCS

Dispositif RCF (par unité)

COÛTS DIRECTS	Facteur	
DÉBIT TOTAL (pi ³ /min)	10 607 pi ³ /min	
COÛT DE L'ÉQUIPEMENT ACHETÉ		
COÛT DE L'ÉQUIPEMENT		A = 150 000 \$
PRÉCHAUFFEURS (1 préchauffeur @ 2 000 \$ inclus dans le coût de l'équipement)		
INSTRUMENTS	0,10 A	15 000 \$
CONDUITES, VENTILATEURS ET TRAVERSÉES DE TOITURE	0,03 A	4 500 \$
TAXE DE VENTE	0,05 A	7 500 \$
TRANSPORT	0,05 A	7 500 \$
SPE		B = 184 500 \$
MANUTENTION ET ÉRECTION	0,30 B	55 350 \$
FONDATEMENTS ET SUPPORTS	0,04 B	7 380 \$
CÂBLAGE ÉLECTRIQUE	0,08 B	14 760 \$
TUYAUX, PEINTURE	0,03 B	5 535 \$
TOTAL POUR L'INSTALLATION	0,45 B	83 025 \$
COÛTS D'INSTALLATION INDIRECTS		
TRAVAUX TECHNIQUES ET SUPERVISION	0,20 B	36 900 \$
CONSTRUCTION, DÉPENSES SUR LE TERRAIN	0,20 B	36 900 \$
MISE EN MARCHÉ, TEST DE PERFORMANCE	0,01 B	1 845 \$
INPONDÉRABLES	0,03 B	5 535 \$
TOTAL DES COÛTS INDIRECTS	0,44 B	81 180 \$
TOTAL DES COÛTS D'IMMOBILISATION		C = 348 705 \$
COÛTS ANNUELS DIRECTS		
SERVICES PUBLICS		
ÉLECTRICITÉ @ 0,08/kWh	2 000 kWh environ	160 \$
Hydroxyde d'ammonium @ 19 % 0,50 \$/gal	5 gal/h % 300 h	750 \$
Préchauffeur de lit catalytique		
Gaz naturel @ 6,50 \$ MMBtu	3' % 2' maintenu à 700 °F 0,05 MMBtu/h % 300 h	98 \$
ENTRETIEN		
TEMPS D'ENTRETIEN (HEURES)		156 \$
MAIN-D'ŒUVRE @ 30 \$/h		D = 0 \$
MATÉRIAUX @ 100 % DE MAIN-D'ŒUVRE		E = 0 \$
TOTAL DES COÛTS ANNUELS DIRECTS		1 008 \$
COÛTS ANNUELS INDIRECTS		
FRAIS GÉNÉRAUX	0,6 (D + E)	0 \$
IMPÔTS FONCIERS	0,014 C	4 882 \$
ASSURANCES	0,02 C	6 974 \$
FRAIS ADMINISTRATIFS	0,24 C	8 369 \$
RECOUVREMENT DU CAPITAL	0,117 C	40 739 \$
TOTAL DES COÛTS ANNUELS INDIRECTS		60 964 \$
TOTAL DES COÛTS ANNUELS		61 971 \$
ÉMISSIONS ÉVITÉES (TONNES) = potentiel du moteur % efficacité de la surveillance = 3,4 % 0,9 = 3,1 tpa		
	3,10	90 %
COÛT PAR TONNE ÉVITÉE		2,79
		22 212 \$

8.0 Étude de cas : Chaudière à mazout

Cette section décrit le processus utilisé pour déterminer la BAT pour une petite centrale électrique. La source d'électricité est une chaudière de 200 millions Btu/h qui brûle du pétrole résiduel n° 6. Les polluants à limiter sont des sous-produits de la combustion : oxydes d'azote (NO_x), dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde de carbone (CO) et particules (PM). Généralement, une chaudière de 200 millions Btu/h serait utilisée pour produire de la vapeur pour les systèmes de chauffage et de refroidissement d'une grande installation industrielle ou, en association avec un générateur à vapeur, constituer une petite centrale électrique. L'étude de cas supposera que la chaudière est utilisée pour la production de vapeur dans une installation industrielle, et qu'elle fonctionne 24 heures par jour, 7 jours par semaine. Les options de limitation possibles seront analysées en utilisant le processus descendant exposé à la **section 3**.

8.1 Spécifications du projet

La société XYZ veut faire approuver la construction d'une chaudière à mazout de 200 millions Btu/h à un endroit conforme à l'objectif de la norme *National Ambient Air Quality Standards*. La fiche technique du fournisseur de la chaudière cite les taux d'émission suivants, en livres de polluant par million de Btu d'apport de chaleur :

- NO_x 0,40 lb/MMBtu
- CO 0,03 lb/MMBtu
- particules 0,10 lb/MMBtu (hypothèse : teneur en soufre du combustible égale à 1 %)
- SO₂ 1,0 lb/MMBtu (hypothèse : teneur en soufre du combustible égale à 1 %)
- COV 0,005 lb/MMBtu

Les taux d'émission sont ceux spécifiés par la norme NSPS de l'EPA pour une chaudière neuve de 200 MMBtu/h (Subpart Db). La norme ne tient compte que des NO_x, du SO₂ et des particules. Les taux d'émissions de CO et de COV sont comparables aux facteurs d'émission publiés par l'EPA dans son guide de référence sur les facteurs d'émission (AP-42).

8.2 Résultats du calcul des émissions

Sur la base de 8 760 heures par année, les résultats du calcul des émissions annuelles sont les suivants :

- NO_x 351 tpa
- CO 26 tpa
- particules 88 tpa
- SO₂ 877 tpa
- COV 4,4 tpa

Dans cette étude de cas, l'analyse des BAT n'a été effectuée que pour les polluants dont les émissions annuelles dépassent 1 tpa. Sur la base des émissions calculées ci-dessus, elle vise les NO_x, le CO, les particules, le SO₂ et les COV.

8.3 Base de données RBLC

La base de données RBLC comporte des entrées dans la catégorie « *External combustion burning oil* » (kérosène de combustion externe). Toutefois, les émissions ne sont mentionnées que pour les NO_x, les particules et le CO.

Le **tableau 7** donne les résultats d'une recherche du **taux d'émission le plus bas** dans la base de données RBLC de l'EPA pour la catégorie des émissions de NO_x des chaudières à mazout (100-250 MMBtu/h). L'examen de l'information sur la limitation des émissions liée à la **limite d'émission standard** indique que les taux d'émission faibles correspondent à l'utilisation de brûleurs à faible production de NO_x et à recirculation des gaz de combustion (RGC). Il n'y a aucune indication de limitation des émissions dans le cas des taux d'émission élevés.

Tableau 7 Résultats d'une recherche des taux d'émission de NO_x dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout

	RBLCID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT
<input type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/>	NC-0092	05/10/2001	INTERNATIONAL PAPER COMPANY RIEGELWOOD MILL	0.3670 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	VA-0270	03/31/2003	VIRGINIA COMMONWEALTH UNIVERSITY VCU EAST PLANT	0.4000 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	FL-0182	12/17/1998	RAYONIER, INC. RAYONIER, INC.	0.4250 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	NY-0089	03/19/1996	UNIVERSITY OF ROCHESTER CENTRAL UTILITIES PLANT UNIVERSITY OF ROCHESTER	0.4250 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	OR-0031	03/02/2001	POPE & TALBOT, INC HALSEY PULP MILL	0.4700 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	DE-0017	10/26/2001	SPI POLYOLS, INC. SPI POLYOLS, INC.	0.4800 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	NJ-0031	06/26/1997	UNIVERSITY OF MEDICINE & DENTISTRY OF NEW JERSEY UNIVERSITY OF MEDICINE & DENTISTRY OF NEW JERSEY	0.5500 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	OH-0241	11/15/2001	MILLER BREWING COMPANY MILLER BREWING COMPANY - TRENTON	0.7000 LB/MMBTU

Le **tableau 8** donne les résultats d'une recherche du **taux d'émission le plus bas** dans la base de données RBLC de l'EPA pour la catégorie des émissions de particules des chaudières à mazout (100-250 MMBtu/h). Le plus faible taux d'émission correspond à l'utilisation d'un multicyclone et d'un épurateur à haute pression monté en série pour limiter les particules.

Tableau 8 Résultats d'une recherche des taux d'émission de particules dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout

RBLCID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT
<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/> NC-0092	05/10/2001	INTERNATIONAL PAPER COMPANY RIEGELWOOD MILL	0.0562 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> VA-0278	03/31/2003	Virginia Commonwealth University VCU EAST PLANT	0.0600 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> OR-0031	03/02/2001	POPE & TALBOT, INC HALSEY PULP MILL	0.1360 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/> DE-0017	10/26/2001	SPI POLYOLS, INC. SPI POLYOLS, INC.	0.3000 LB/MMBTU HEAT INPUT

Le **tableau 9** donne les résultats d'une recherche du **taux d'émission le plus bas** dans la base de données RBLC de l'EPA pour la catégorie des émissions de CO des chaudières à mazout (100-250 MMBtu/h). Le taux d'émission le plus bas correspond à l'utilisation de bonnes pratiques de combustion pour limiter le CO. On remarquera que les taux d'émission du CO étaient moins élevés en 2001 qu'en 2003. Comme la quantité de CO produite par les sources de combustion fixes n'est qu'une fraction minimale de la quantité produite par les sources mobiles, les déterminations de la BAT aboutissent généralement à la conclusion qu'aucune mesure de limitation n'est nécessaire. Toutefois, comme on s'est attaché davantage à réduire les émissions de NO_x des sources de combustion fixes en abaissant le rendement des chaudières, il y a eu une hausse des émissions de CO. Certains États ont imposé une limite de 200 ppm pour le CO afin d'empêcher que le rendement des chaudières ne tombe trop bas.

Tableau 9 Résultats d'une recherche des taux d'émission de CO dans la base de données RBLC pour les chaudières à mazout

RBLCID	PERMIT DATE	CORPORATE/COMPANY NAME & FACILITY NAME	STANDARD EMISSION LIMIT	
<input type="checkbox"/>	NC-0092	05/10/2001	INTERNATIONAL PAPER COMPANY RIEGELWOOD MILL	0.0330 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	OH-0241	11/15/2001	MILLER BREWING COMPANY MILLER BREWING COMPANY - TRENTON	0.0340 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	OR-0031	03/02/2001	POPE & TALBOT, INC HALSEY PULP MILL	0.0350 LB/MMBTU
<input checked="" type="checkbox"/>	VA-0278	03/31/2003	Virginia Commonwealth University VCU EAST PLANT	0.1000 LB/MMBTU

8.4 Règlements actuels des États-Unis

Une chaudière de 200 MMBtu/h qui est construite, reconstruite ou modifiée peut devoir se conformer à la norme NSPS (40 CFR 60 subpart Db). Celle-ci fixe les taux d'émission admissibles pour le SO₂, les particules et les NO_x. Les limites sont différentes selon le type de combustible (charbon, pétrole, gaz naturel) et le type de chaudière (à faible dégagement de chaleur, à grand dégagement de chaleur, etc.). Il y a un nouveau règlement pour les polluants atmosphériques dangereux (40 CFR 63 subpart DDDDD) des chaudières utilisées dans l'industrie, le commerce et les institutions dont les émissions de PAD dépassent 10 tpa. Le but du règlement est de minimiser les rejets de métaux dangereux (cadmium, chrome, mercure, nickel, etc.) et de substances organiques dangereuses (acétaldéhyde, formaldéhyde). Les métaux seront limités par des dispositifs traditionnels visant les particules, comme les épurateurs et les dépoussiériers électriques (DE). Les substances organiques seront limitées par de bonnes pratiques de combustion, la surveillance consistant à mesurer la concentration de CO.

8.5 Ressources pour les options de limitation des émissions

L'une des ressources utilisables pour identifier les options de limitation des émissions est la base de données *NEET Clean Air Technologies Database* parrainée par l'EPA. On peut y avoir accès au moyen d'un lien à la base de données RBLC, ou directement à l'adresse <<http://neet.rti.org/>>. Un tri par polluant, source fixe, émissions captées et disponibilité commerciale a permis d'obtenir une liste des options. Par ailleurs, le document *EPA Air Pollution Control Cost Manual—Sixth Edition* (EPA 452/B-02-001) comporte un chapitre pour chaque polluant principal. On peut le consulter électroniquement par l'intermédiaire de la base de données RBLC à l'aide du lien **Reference Library** à l'adresse <<http://www.epa.gov/ttn/catc>>.

8.6 Examen des options de limitation des émissions de NO_x

On peut réduire les émissions de NO_x des chaudières en agissant sur les conditions de combustion ou en utilisant une technologie de post-traitement des gaz d'échappement. On peut fréquemment utiliser les deux approches. Le but de la limitation de la combustion est soit de limiter la quantité d'oxygène dans la chambre de combustion, soit d'abaisser la température de combustion, ces deux mesures ayant pour effet d'atténuer la formation de NO_x. Dans le cas des grandes chaudières, le post-traitement des gaz d'échappement se fait le plus souvent au moyen de systèmes de réduction catalytique sélective (RCS) ou de réduction non catalytique sélective (RNCS). Toutes ces techniques sont discutées ci-dessous.

8.6.1 Recirculation des gaz d'échappement

La recirculation des gaz d'échappement (RGE) consiste à réadmettre une partie des gaz d'échappement dans la chaudière par l'intermédiaire de la trémie d'alimentation de la chambre de combustion ou de la boîte à vent du brûleur. Ceci permet d'atteindre les deux objectifs de maîtrise de la combustion, soit une baisse de la température de la flamme en même temps qu'une réduction de la teneur en oxygène de l'air à l'intérieur de la chambre de combustion. Cette technique a permis d'obtenir des réductions des émissions de NO_x pouvant atteindre 50 %. Son inconvénient, et celui d'autres techniques de maîtrise de la combustion des NO_x, est que la baisse de la température de la chambre de combustion entraîne une hausse des émissions de CO, qu'il faudra limiter par d'autres moyens.

8.6.2 Évacuation d'air

L'évacuation d'air est une technique dans laquelle une partie de l'air se trouvant dans la chambre de combustion est soustraite aux brûleurs pour être évacuée par la cheminée. Comme la RGE, cette technique abaisse la température de la flamme en même temps qu'elle réduit la concentration d'oxygène dans la chambre de combustion, ce qui entraîne une réduction de la formation de NO_x de 5 à 10 %. Les systèmes d'évacuation d'air sont relativement peu coûteux, mais augmentent les émissions de CO.

8.6.3 Alimentation non uniforme des brûleurs

Cette technique, qui est plus couramment utilisée avec les chaudières de grande capacité, consiste à alimenter les brûleurs inférieurs avec plus de combustible que les brûleurs supérieurs, ce qui a pour effet de créer un étagement de l'air et de limiter la teneur en oxygène dans les brûleurs inférieurs. Parfois, il peut être avantageux d'éliminer complètement l'alimentation en combustible des brûleurs supérieurs, de sorte que seul l'air provenant des brûleurs inférieurs est en circulation, ce qui a un effet encore plus considérable. Bien qu'elle soit très spécifique des chaudières, cette technique peut réduire les émissions de NO_x de 10 à 20 %.

8.6.4 La réduction non catalytique sélective

La réduction non catalytique sélective (RNCS) est un traitement post-combustion dans lequel de l'ammoniac est injecté dans le flux de gaz de combustion. L'ammoniac réagit avec les NO_x pour former de l'azote et de l'eau. Pour que cette technique soit efficace, l'ammoniac doit être injecté dans la cheminée dans une plage de températures appropriée (~1 700 °F), et dans une proportion appropriée à la quantité de NO_x présente. Bien que la technique

ne soit pas couramment utilisée dans les chaudières à cause du problème de compatibilité de la température de la cheminée, si elle est appliquée correctement, elle peut réduire les émissions de NO_x de 25 à 40 % en sus de toute autre technique de limitation des émissions utilisée.

8.6.5 La réduction catalytique sélective

La réduction catalytique sélective (RCS) est semblable à la RNCS en ce sens qu'on utilise de l'ammoniac pour obtenir une réaction avec les NO_x. Toutefois, les systèmes RCS injectent en même temps un catalyseur qui accélère la réaction et améliore le rendement. Cette méthode est également efficace à des températures plus basses et sur une plage de températures plus large (500-900 °F). De plus, les rapports NO_x/ammoniac et ammoniac/catalyseur peuvent être choisis pour optimiser une application spécifique. Étant donné qu'un système RCS peut réduire les émissions de NO_x de jusqu'à 85 % quand il est utilisé correctement, le coût global n'est que de 3 520 \$/tpa. Le calcul des coûts connexes est exposé sur le **tableau 10**.

Tableau 10 Analyse des coûts de la limitation des NO_x d'une chaudière au mazout au moyen d'un dispositif RCS

COÛTS DIRECTS	Facteur		
COÛT DE L'ÉQUIPEMENT		A =	2 000 000 \$
INSTRUMENTS	0,10 A		200 000 \$
CONDUITES, VENTILATEURS ET TRAVERSÉES DE TOITURE	0,03 A		60 000 \$
TAXE DE VENTE	0,05 A		110 000 \$
TRANSPORT	0,05 A		100 000 \$
		B =	<u>2 470 000 \$</u>
MANUTENTION ET ÉRECTION	0,30 B		741 000 \$
FONDACTIONS ET SUPPORTS	0,04 B		98 800 \$
CÂBLAGE ÉLECTRIQUE	0,08 B		197 600 \$
TUYAUX, PEINTURE	0,03 B		74 100 \$
	<u>0,45 B</u>		<u>1 111 500 \$</u>
COÛTS D'INSTALLATION INDIRECTS			
TRAVAUX TECHNIQUES ET SUPERVISION	0,20 B		494 000 \$
CONSTRUCTION, DÉPENSES SUR LE TERRAIN	0,20 B		494 000 \$
MISE EN MARCHÉ, TEST DE PERFORMANCE	0,01 B		24 700 \$
IMPONDÉRABLES	0,03 B		74 100 \$
TOTAL DES COÛTS D'IMMOBILISATION	<u>0,44 B</u>		<u>1 086 800 \$</u>
		C =	4 668 300 \$
<hr/>			
COÛTS ANNUELS DIRECTS			
SERVICES PUBLICS			3 000 \$
ENTRETIEN			
	TEMPS D'ENTRETIEN (HEURES)		150
	MAIN-D'ŒUVRE @ 0,00 \$/h	D =	6 000 \$
	MATÉRIAUX @ 100 % DE MAIN-D'ŒUVRE	E =	6 000 \$
			<u>15 000 \$</u>

COÛTS ANNUELS INDIRECTS			
FRAIS GÉNÉRAUX	0,6 (D + E)		7 200 \$
IMPÔTS FONCIERS	0,014 C		65 356 \$
ASSURANCES	0,02 C		93 366 \$
FRAIS ADMINISTRATIFS	0,24 C		112 039 \$
RECOUVREMENT DU CAPITAL	0,149 C ⁽¹⁾	i = 0,08, n = 10	695 577 \$
			<u>973 538 \$</u>
TOTAL DES COÛTS ANNUELS			988 538 \$
ÉMISSIONS ÉVITÉES (TONNES)	351,00	80 %	<u>280,80</u>
COÛTS PAR TONNE ÉVITÉE			3 520 \$

8.6.6 Utilisation d'un combustible moins polluant

On peut réduire les émissions de NO_x simplement en utilisant du pétrole distillé plutôt que du pétrole résiduel. Sur la base des facteurs d'émission publiés, les émissions de NO_x seraient réduites de 40 % par l'utilisation de pétrole distillé. Bien que les prix du pétrole résiduel et du pétrole distillé fluctuent chaque jour, ils diffèrent actuellement de 0,62 \$/gal. Si on suppose une consommation annuelle de combustible basée sur une utilisation à plein temps de 8 760 heures par années, l'impact économique serait de 51 700 \$/tpa, ce qui n'est pas considéré comme économiquement faisable.

8.7 Examen des options de limitation des émissions de SO₂

Les émissions de SO₂ seront directement proportionnelles à la teneur en soufre du pétrole brûlé. Le pétrole résiduel est généralement raffiné en trois catégories de teneur en soufre : 1) 2,2 %, 2) 1,0 %, et 3) 0,5 %. Cette étude de cas suppose qu'on utilise du pétrole résiduel à teneur en soufre de 1,0 % pour le projet. Les possibilités de limitation du SO₂ sont les suivantes.

8.7.1 Désulfuration des gaz de combustion

Les systèmes de désulfuration des gaz de combustion (DGC) utilisent un réactif alcalin pour absorber le SO₂ contenu dans les gaz de combustion et produire un composé de sulfate de sodium et de sulfate de calcium. Ces composés sulfatés solides sont ensuite extraits dans un équipement monté en aval. Les technologies DGC sont du type à voie humide, semi-sèche ou sèche selon l'état du réactif quand il quitte la cuve d'absorption. Ces processus sont soit régénérables (quand le réactif peut être traité et réutilisé), soit non régénérables (dans ce cas, tous les flux de déchets sont déshydratés et éliminés). Les systèmes DGC régénérables à voie humide sont intéressants parce qu'ils permettent de réduire de plus de 95 % les émissions de SO₂, que leurs rejets d'eaux usées sont minimaux, et qu'ils produisent du soufre qui peut être revendu. L'impact économique a été établi à 570 \$/tpa.

8.7.2 Utilisation d'un combustible moins polluant

On peut réduire les émissions de SO₂ simplement en utilisant du pétrole distillé plutôt que du pétrole résiduel. Sur la base des facteurs d'émission publiés, les émissions de SO₂ seraient réduites de 73 % par l'utilisation de pétrole distillé. Bien que les prix du pétrole résiduel et du pétrole distillé fluctuent chaque jour, ils diffèrent actuellement de 0,62 \$/gal. Si on suppose une consommation annuelle de

combustible basée sur une utilisation à plein temps de 8 760 heures par années, l'impact économique serait de 51 700 \$/tpa, ce qui n'est pas considéré comme économiquement faisable.

8.8 Examen des options de limitation des émissions de particules

Les particules (PM) peuvent être difficiles à limiter car leur taille et leur composition varient grandement. Généralement, les grosses particules sont extraites des gaz de combustion par un post-traitement des gaz. Les petites particules peuvent échapper au dispositif post-combustion sous la forme de vapeur et se condenser ensuite pour former un aérosol. On ne peut les limiter qu'en modifiant le type du combustible brûlé pour chauffer la chaudière.

8.8.1 Dépoussiéreurs électriques

Les dépoussiéreurs électriques (DE) sont couramment utilisés pour réduire les émissions de PM des chaudières, des fours et des moteurs. Ils sont composés de plaques métalliques électriquement chargées qui attirent les particules chargées, ce qui nettoie les gaz de combustion qui s'échappent de la cheminée. Les rendements de collecte varient selon la taille et la qualité du DE, mais dépassent parfois 99 %. L'impact économique a été estimé à 5 430 \$/tpa.

8.8.2 Dépoussiéreurs à sacs filtrants

Le système dépoussiéreur à sacs filtrants est un autre dispositif de limitation post-combustion des PM et est constitué de plusieurs couches de filtrage et d'un dispositif de nettoyage. Le rendement des dépoussiéreurs à sacs filtrants varie selon la taille, l'uniformité et la résistivité électrique des particules, ainsi que la quantité de tissu utilisée et la fréquence de nettoyage des filtres. Une chaudière fonctionnant à température élevée nécessitera un matériau spécial comme tissu de filtrage. Les dépoussiéreurs à sacs filtrants ont des rendements qui dépassent souvent 99 %.

8.8.3 Cyclones

Un cyclone projette de l'air dans la cheminée de façon à y faire tourbillonner les gaz de combustion. Les grosses particules se séparent alors du gaz et adhèrent à la paroi de la cheminée de la même façon que les matières denses se séparent du fluide moins dense dans une centrifugeuse. Malheureusement, même les cyclones les plus efficaces ne peuvent éliminer que les grosses particules et sont donc généralement utilisés comme dispositifs de préextraction adjoints à un système de limitation des PM plus efficace.

8.8.4 Épurateurs

Les épurateurs à voie humide utilisent de l'eau vaporisée de diverses manières et sous diverses pressions pour extraire les PM. Les particules d'eau se combinent aux particules polluantes et engendrent des gouttelettes de condensation souillées qui tombent au bas de l'épurateur où elles sont recueillies. Les épurateurs peuvent réduire les PM jusqu'à 95 %. Malheureusement, ils exigent une source d'alimentation continue en eau et produisent des déchets liquides qui doivent être transférés à un système de traitement d'eaux usées.

8.8.5 Utilisation d'un combustible moins polluant

On peut réduire les émissions de PM simplement en utilisant du pétrole distillé plutôt que du pétrole résiduel. Sur la base des facteurs d'émission publiés, les émissions de PM seraient réduites de 84 %

par l'utilisation de pétrole distillé. Bien que les prix du pétrole résiduel et du pétrole distillé fluctuent chaque jour, ils diffèrent actuellement de 0,62 \$/gal. Si on suppose une consommation annuelle de combustible basée sur une utilisation à plein temps de 8 760 heures par années, l'impact économique serait de 98 300 \$/tpa, ce qui n'est pas considéré comme économiquement faisable.

8.9 Examen des options de limitation des émissions de CO

Un processus de combustion produit du monoxyde de carbone quand le carbone excédentaire contenu dans le combustible réagit avec l'oxygène de l'air. Il n'y a par conséquent que trois options possibles : utiliser un combustible à plus faible teneur en carbone, augmenter l'efficacité de la combustion (ce qui a pour effet d'augmenter les émissions de NO_x) ou utiliser un système de post-traitement des gaz d'échappement.

8.9.1 Bonnes pratiques de combustion

On peut réduire les émissions de CO en augmentant le rendement des chambres de combustion, mais cette pratique entraînera une forte hausse des émissions de NO_x. Par conséquent, le rendement doit être maintenu dans une plage offrant la combinaison d'émissions de NO_x et de CO la plus basse possible, sans être inadmissible au plan environnemental.

8.9.2 Catalyseurs d'oxydation

Les catalyseurs d'oxydation en modules ou en unités standardisées sont les dispositifs les plus économiques pour éliminer ou réduire le monoxyde de carbone; ils ont également l'avantage de réduire les émissions d'hydrocarbures non brûlés. Ce sont des dispositifs durables et très efficaces à base de métaux précieux; la baisse de pression est faible et l'activité catalytique élevée. Ils comportent généralement un substrat alvéolaire de métal et de céramique couplé à des enduits catalytiques spécifiques de l'application. Des formulations à base de métaux précieux permettent d'obtenir des niveaux de destruction élevée à des températures moins élevées. L'utilisation de formulations à grande activité et résistantes aux poisons permet de réduire le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures non brûlés et les odeurs à des températures plus basses et avec un volume de catalyseurs moindre — un volume plus faible a pour conséquence des coûts d'immobilisation moins élevés et une température plus basse, et des coûts d'exploitation moins élevés. Dans certains cas, le niveau de destruction des polluants peut dépasser 98 %. Des systèmes d'oxydation post-combustion du CO ont été utilisés avec les turbines à gaz et les moteurs alternatifs, et devraient théoriquement être également utilisables avec les chaudières.

8.9.3 Catalyseurs d'oxydation du CO à vaporisation

Théoriquement, l'oxydation du CO pour produire du CO₂ pourrait être réalisée par l'ajout d'un catalyseur à la bruite d'un épurateur à voie humide, si l'introduction est effectuée au point où la température est la plus élevée dans la cheminée. Toutefois, étant donné que cette approche n'a pas encore été utilisée pour cette application, il faudrait effectuer des travaux de recherche et de développement considérables pour réaliser ce système, et les pourcentages de réduction des émissions resteraient inconnus à moins que des tests ne soient effectués avant et après la mise en œuvre, ce qui exigerait d'encore plus grandes dépenses de capital. Par conséquent, cette technique n'a pas été jugée économiquement faisable pour cette application.

8.10 Conclusion de l'analyse des BAT

Pour les PM, le fournisseur de chaudières citait un taux d'émission de 0,1 lb/MMBtu, ce qui est conforme à la norme de rendement promulguée en 1984 par l'EPA pour les sources nouvelles. Toutefois, l'EPA a récemment promulgué, dans le cadre de son programme sur les polluants dangereux, une norme de 0,03 lb/MMBtu pour les particules, qui est basée sur les douze premiers percentiles des taux d'émission des chaudières existantes. Cette analyse des BAT pour les PM conclut que l'utilisation d'un dépoussiéreur à sacs filtrants, d'un épurateur ou d'un dépoussiéreur électrique serait possible. Compte tenu du coût d'exploitation supplémentaire possible pour l'entretien d'un dépoussiéreur à sacs filtrants ou d'un épurateur, on a choisi un dépoussiéreur électrique.

Pour les NO_x, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,4 lb/MMBtu, ce qui est conforme à la norme de rendement promulguée en 1984 par l'EPA pour les sources nouvelles. Toutefois, il y a eu aux États-Unis des progrès dans la technologie de la combustion, de sorte qu'il est facile d'abaisser le taux d'émission à 0,3 lb/MMBtu en optimisant la combustion ou en installant un dispositif RGC. Cette analyse des BAT pour les NO_x conclut qu'un dispositif RCS est économiquement faisable sur la base des coûts standard aux États-Unis, et peut réduire les émissions de plus de 80 % avec seulement des émissions d'ammoniac minimales.

Pour le SO₂, le fournisseur citait un taux d'émission de 1,0 lb/MMBtu; l'ajout d'un dispositif de limitation serait nécessaire pour satisfaire à la nouvelle norme de rendement des sources promulguée en 1984. Cette analyse des BAT pour le SO₂ a conclu qu'il serait possible d'utiliser un dispositif de désulfuration des gaz de combustion. Sur la base des possibilités de revente des sulfates recueillis, on a choisi un système de désulfuration régénérable de gaz de combustion à voie humide.

Pour le CO, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,03 lb/MMBtu (50-100 ppm), qui peut être obtenu par de bonnes pratiques de combustion. Fait intéressant, dans le cadre de son programme sur les polluants dangereux, l'EPA a récemment promulgué une norme de 400 ppm pour le CO qui est basée sur les douze premiers percentiles des taux d'émission des chaudières existantes. À cause des efforts visant à réduire les NO_x par des ajustements de la combustion, les niveaux de CO peuvent facilement s'approcher de 200 ppm. Étant donné que l'analyse des BAT pour les NO_x recommandait un dispositif de limitation post-combustion RCS, la chaudière pourra être réglée aux points de fonctionnement les plus efficaces, ce qui maintiendra les niveaux de CO au taux indiqué par le fournisseur. L'analyse des BAT pour le CO a conclu que la limitation du CO n'exigera qu'un « fonctionnement efficace ».

Pour les COV, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,005 lb/MMBtu, ce qui peut être atteint avec de bonnes pratiques de combustion. L'EPA surveille les émissions de COV des chaudières par l'intermédiaire de la surveillance des CO, car ces deux polluants augmentent de façon proportionnelle si des ajustements permettent d'obtenir une combustion inefficace. Étant donné que l'analyse des BAT pour les NO_x recommandait un dispositif de limitation post-combustion RCS, il sera possible de régler la chaudière aux points de fonctionnement les plus efficaces, ce qui maintiendra les COV au niveau indiqué par le fournisseur. L'analyse des BAT pour les COV a conclu que la limitation des COV n'exigera qu'un « fonctionnement efficace ».

9.0 Étude de cas : Four à ciment alimenté en combustible dérivé des pneus

Cette section décrit le processus utilisé pour déterminer la BAT pour un four à ciment alimenté en combustible dérivé des pneus. L'étude de cas prendra comme hypothèse un four à ciment rotatif à procédé sec de 150 MMBtu/h (30 tonnes de clinker par heure) utilisant comme combustible primaire des pneus de rebut déchiquetés. L'utilisation de pneus entiers et de pneus déchiquetés comme combustible de remplacement s'est répandue ces dernières années dans les industries de production de ciment, de papier et d'électricité. En raison de ses propriétés intrinsèques, ce matériau a un plus grand contenu calorifique que le charbon et produit moins d'azote et de soufre, ce qui peut entraîner une baisse des émissions de NO_x et de SO₂. On supposera que la chambre de combustion fonctionne sans interruption. La meilleure technologie disponible sera choisie à l'aide du processus d'évaluation descendant décrit à la **section 3**.

9.1 Spécifications du projet

La société XYZ cherche à faire approuver la construction d'une installation de production de ciment alimentée avec un combustible dérivé des pneus à un endroit conforme à l'objectif de la norme *National Ambient Air Quality Standards*. Le four rotatif est conçu pour produire 150 MMBtu/h et fonctionner sans interruption. On n'a trouvé qu'une documentation minimale sur les émissions des fours alimentés en combustibles dérivés des pneus. Toutefois, certaines installations des États-Unis, du Canada et du Mexique brûlent présentement des pneus entiers ou déchiquetés, autrement dit un combustible dérivé des pneus (CDP). On trouvera au **tableau 11** ci-dessous une liste de toutes ces installations, accessible sur le site Web de l'*Energy Justice Network*. Les taux d'émission proposés ci-dessous sont hypothétiques (les estimations sont basées sur des informations recueillies auprès de certaines des sociétés figurant sur le **tableau 11**), de même que les informations trouvées sur les usines de ciment Portland traditionnelles. Les émissions sont exprimées en livres de polluant par MMBtu.

- NO_x 0,40 lb/MMBtu (limitation au moyen d'un dispositif RNCS)
- CO 0,03 lb/MMBtu
- particules 0,06 lb/MMBtu (limitation au moyen d'un cyclone et d'un dépoussiéreur à sacs filtrants)
- SO₂ 0,04 lb/MMBtu
- COV 0,03 lb/MMBtu

Ces valeurs ne sont que théoriques; elles sont basées sur diverses données, dont certaines sont contradictoires, conséquence de la rareté des informations sur ce type d'application. On a supposé que la faible teneur en soufre des pneus abaisserait le taux d'émission des SO₂ comparativement à ceux de la combustion du charbon et du mazout. De plus, on prévoit également des émissions de CO et de COV plus faibles à cause de la température élevée des flammes.

Tableau 11 Liste des installations américaines et canadiennes qui utilisent un combustible dérivé des pneus

État	Ville	Société	Usine	Type
AL	Leeds	Lehigh	Leeds	Ciment
AL	Theodore	Holcim		Ciment
AL	Mobile	IPSCO Steel		Four à arc électrique
AR	Foreman	Ash Grove		Ciment
AZ	Tucson	California Portland	Rillito	Ciment
BC	Port Alberni	Pacifica Papers		Papiers spéciaux (1 200 tonnes/jour de papier couché léger pour annuaires téléphoniques et journaux)
BC	Richmond	Lafarge		Ciment
BC	Tilbury	CBR		Ciment
CA	Baja	Cemex		Ciment
CA	Cupertino	Kaiser Cement		Ciment
CA	Davenport (près de Santa Cruz)	RMC Lonestar	Davenport	
CA	Lebec	National Cement Co.		Ciment
CA	Lucerne Valley	Mitsubishi Cement Co.	Cushenbury	Ciment
CA	Modesto	Modesto Energy Limited Partnership (MELP)		Incinérateur de pneus spécialisé
CA	Mojave	California Portland	Mojave	Ciment
CA	Monolith	Calaveras Cement Co.		Ciment
CA	Ora Grande	Riverside		Ciment
CA	Redding	California Portland		Ciment
CA	Redding	Calaveras Cement Co.		
CA	Riverside	Riverside Cement Co.	Crestmore	Ciment
CA	San Bernardino	California Portland	Colton	Ciment
CA	Victorville	Southwestern Portland Cement	Quarry	Ciment
CO	Portland	Holnam		Ciment
CT	Sterling	Exter Energy Limited Partnership		Incinérateur de pneus spécialisé
FL	Brooksville	FL Crushed Stone		Ciment
FL	Brooksville	Southdown		Ciment
FL	Ridge	Wheelabrator Technologies	Ridge	Incinérateur
FL	Suwannee	Suwannee American (Anderson-Columbia)		Ciment
GA	Clinchfield	Medusa		Ciment
IA	Mason City	Holcim		Ciment
ID	Inkom	Ash Grove		Ciment
IL	Ford Heights	KTI Inc. / Casella Waste Systems		Incinérateur de pneus spécialisé

IL	LaSalle	Illinois Cement		Ciment
IL	Oglesby	Lone Star		Ciment
KS	Humboldt	Monarch		Ciment
MD	Frederick	ESSROC		Ciment
MD	Hagerstown	Independent		Ciment
MD	Hagerstown	St. Lawrence		Ciment
MD	Union Bridge	Lehigh		Ciment
MN	Preston	Heartland Energy and Recycling		Incinérateur de pneus spécialisé
MO	Cape Girardea	Lone Star		Ciment
MO	Clarksville	Holcim		Ciment
MO	Columbia	Missouri University		Centrale (production de vapeur et d'électricité pour toute l'université)
NE	Norfolk	Nucor Steel	Nucor Steel Nebraska	Four électrique à arc
NE	Louisville	Ash Grove Cement	Louisville Plant	Ciment
NY	Hempstead	American Ref-Fuel		Incinérateur de déchets
NY	Hudson	Holcim / St. Lawrence Cement		Ciment
NY	Ticonderoga	International Paper		Usine de papier
NY	Auburn	Nucor Steel	Nucor Auburn	Four électrique à arc
NY	Niagara Falls	WPS Empire State		Centrale
OR	Durkee	Pt. Ash Grove		Ciment
PA	Bessemer	ESSROC		Ciment
PA	Point Twp.	Tractebel/Viking		Centrale au bois
PA	Allentown	Lehigh		Ciment
PA	Whitehall	Lafarge		Ciment
PA	Chester	Kimberly-Clark		Usine de papier (papier ménager)
PA	Ebensberg	El Paso Corp.	Cambria Cogen	Centrale
PA	Evansville	Lehigh Portland Cement		Ciment
PA	Lock Haven	International Paper		Papier
QC	Joliette	Ciment St-Laurent		Ciment
SC	Harleyville	Blue Circle		Ciment
Terre-Neuve	Chattanooga	Signal Mt.		Ciment
TX	Midlothian	Holcim		Ciment
TX	Midlothian	No.Tex.Cem		Ciment
UT	Devil's Slide	Holcim		Ciment
UT	Leamington	Ash Grove		Ciment
WA	Seattle	Ash Grove		Ciment
WA	Seattle	Holcim		Ciment
WI	Ashland	Xcel	Bay Front	Centrale au charbon

WV	Grant Town	American Bituminous Power LP	Grant Town Power Plant	Centrale
WV	Martinsburg	Capitol Cement		Ciment

9.2 Calcul des émissions

En utilisant les taux d'émission approximatifs prévus mentionnés ci-dessus, on a obtenu les émissions annuelles suivantes pour un four de 150 MMBtu/h fonctionnant 8 760 heures par année. On remarquera que certains facteurs d'émission sont donnés en livres par tonne de clinker produite. La quantité de chaleur moyenne nécessaire pour produire une tonne de clinker à ciment est de 5 MMBtu.

- NO_x 262 tpa
- CO 20 tpa
- particules 39 tpa
- SO₂ 26 tpa
- COV 20 tpa

Dans cette étude de cas, les dispositifs de limitation des émissions de remplacement dans une analyse des BAT sont évalués pour les polluants dont les émissions annuelles dépassent 1 tpa. Sur la base des émissions calculées citées ci-dessus, elle visera les NO_x, les particules, le SO₂, le CO et les COV.

9.3 Base de données RBLC

L'exploration de la base de données RBLC n'a révélé aucune entrée pour les fours à ciment alimentés au CDP.

9.4 Règlements actuels des États-Unis

Une usine à ciment Portland qui est construite, reconstruite ou modifiée peut devoir se conformer à la norme NSPS (40 CFR 60 Subpart F). Celle-ci fixe pour le four un taux d'émission de particules admissible de 0,3 lb par tonne (environ 0,06 lb par MMBtu/h). Il y a également un règlement MACT pour les polluants atmosphériques dangereux (40 CFR 63 Subpart LLL) qui vise l'industrie de fabrication du ciment Portland. Le but de ce règlement est de minimiser le rejet des composants dangereux des particules et des émissions organiques. La norme visant les particules est identique à la norme NSPS, mais est plus claire quant aux différents types de technologies de fabrication du ciment. De plus, la norme MACT impose une limite de 50 ppm pour les émissions de COV.

9.5 Options de limitation des émissions

L'une des ressources utilisables pour identifier les options de limitation des émissions est la base de données *NEET Clean Air Technologies Database* parrainée par l'EPA. On peut y avoir accès au moyen d'un lien à la base de données RBLC, ou directement à l'adresse <<http://neet.rti.org/>>. Un tri par polluant, source fixe, émissions captées et disponibilité commerciale a permis d'obtenir une liste des options. Par ailleurs, le document *EPA Air Pollution Control Cost Manual—Sixth Edition* (EPA 452/B-02-001) comporte un chapitre pour chaque polluant principal. On peut le consulter

électroniquement par l'intermédiaire de la base de données RBLC à l'aide du lien **Reference Library** à l'adresse <<http://www.epa.gov/ttn/catc>>. On peut également consulter un guide de l'EPA intitulé *Alternative Control Techniques Document – NO_x Emissions from Cement Manufacturing* (EPA-453/R-94-004).

9.6 Technologies de limitation des particules

Bien que l'utilisation des pneus de rebut comme combustible réduise de façon importante les émissions de CO, de SO₂ et de HT comparativement aux combustibles fossiles, les données historiques et l'expérience indiquent que ce combustible a des taux d'émission nettement plus élevés en ce qui a trait aux particules et à certains métaux, particulièrement le plomb (Pb), l'arsenic (As) et le zinc (Zn). Pour les particules, on prévoit que les taux non limités d'émission seront environ de 20 lb/MMBtu, alors que la norme NSPS spécifie 0,3 lb par tonne (0,06 lb/MMBtu) pour les fours à ciment. Le fournisseur propose d'utiliser un cyclone à maîtrise des gaz de combustion et un dépoussiéreur à sacs filtrants pour respecter la norme sur la qualité de l'air. L'utilisation de pneus de rebut comme combustible étant une méthode de production d'énergie plutôt particulière, il existe peu de technologies de limitation conçues spécifiquement pour les fours alimentés en combustible dérivé des pneus. Cependant, de nombreux dispositifs de limitation des particules ont été utilisés dans des applications semblables, et ils offrent des solutions pratiques pour les installations alimentées par un combustible dérivé des pneus.

9.6.1 Dépoussiéreurs électriques

Les dépoussiéreurs électriques (DE) sont couramment utilisés pour recueillir les particules contenues dans les gaz de combustion. Ces dispositifs sont constitués de plaques ou de tubes électriquement chargés installés à l'intérieur de la cheminée. Un premier ensemble de plaques est chargé négativement et les particules qui le traversent acquièrent une charge négative. Le second ensemble de plaques est chargé positivement et capte les particules chargées. Des recherches ont montré que l'utilisation de DE a été la seule solution de limitation des particules contenues dans les gaz de combustion de pneus, ce qui en fait une option très attrayante comme BAT.

Impacts environnementaux

Les DE ont par le passé atteint des taux de réduction des émissions de particules de 99 % dans la combustion des pneus. Ils peuvent également réduire de façon importante les émissions de SO₂. Les plaques doivent être nettoyées de temps à autre, ce qui produit une faible quantité de déchets solides, mais les DE n'ont aucun autre effet environnemental indésirable.

Impacts énergétiques

Une certaine quantité d'électricité est nécessaire pour charger les plaques du dépoussiéreur électrique. Cette quantité dépend du type de dispositif, du débit des gaz d'échappement et du taux de réduction désiré.

Impacts économiques

Un système DE courant coûte 15 \$ par pi³/min de gaz d'échappement. Pour un système de cette taille, ceci correspond environ à un coût d'immobilisation total de 750 k\$ ou de 17,3 k\$ par tonne de réduction des émissions.

9.6.2 Épurateurs à voie humide

Les épurateurs à voie humide ont été utilisés comme dispositifs de limitation des particules avec de nombreuses sources fixes, mais il y a peu de documentation disponible sur leur applicabilité aux installations alimentées en combustible dérivé des pneus. Théoriquement, ces dispositifs sont un moyen pratique de réduire les particules dans une application quelconque. Ils vaporisent une brume dans les cheminées. Les particules d'eau entrent en collision avec les particules de cendre et tombent dans une aire de collecte. Les inconvénients de ce système sont qu'il nécessite une alimentation en eau continue et qu'il produit des eaux usées. De plus, on ne sait pas quelle sera son efficacité pour réduire les polluants particuliers résultant de la combustion de pneus (Zn, As, Pb, etc.). Bien que réalisable, cette option n'est pas considérée comme la meilleure option de limitation disponible à cause de ses impacts environnementaux négatifs et de l'incertitude quant à sa capacité d'extraire ces métaux lourds de la fumée.

9.6.3 Dépoussiéreurs à sacs filtrants

Un dépoussiéreur à sacs filtrants est constitué de plusieurs couches d'un tissu que les gaz d'échappement pollués sont forcés de traverser. Les sacs de tissu collectent les particules sèches et expulsent un air frais. Ces systèmes sont efficaces mais onéreux, et réduisent la pression dans la chambre de combustion. La baisse de pression augmente les coûts d'exploitation, et peut avoir des effets imprévus sur le processus de combustion. Bien que la température élevée des gaz d'échappement et le contenu organique des particules posent des problèmes aux concepteurs de ces systèmes, la technologie a été utilisée dans des applications tout aussi difficiles. Le fardeau de devoir satisfaire aux exigences de la norme NSPS pour les particules émises par un four à ciment exigerait l'efficacité de limitation offerte par un dépoussiéreur à sacs filtrants.

9.6.4 Cyclones

Un cyclone accélère simplement les gaz d'échappement, de sorte que les grosses particules se séparent du gaz, comme dans une grosse centrifugeuse. Étant donné que seules les grosses particules sont aussi extraites, le cyclone est rarement utilisé comme solution autonome pour réduire les émissions de particules. De plus, comme un dépoussiéreur à sacs filtrants, il entraîne une baisse de pression, ce qui réduit l'efficacité de la combustion et peut accroître le taux d'émission de certains polluants pour cette application. Cette option a été jugée irréalisable.

9.7 Examen des options de limitation des émissions de NO_x

Des recherches ont montré une baisse prévue de 20-30 % des émissions de NO_x quand on utilise des pneus comme combustible plutôt que du charbon. Par conséquent, le taux d'émission cible sera basé sur une exploration de la littérature de l'EPA (pour les émissions de NO_x), qui indique un taux non limité d'émission de NO_x d'environ 1,0 lb/MMBtu. Avec l'utilisation d'un CDP et d'un dispositif RNCS, on peut obtenir un taux d'émission de 0,4 lb/MMBtu. Par conséquent, il faudra avoir recours à des méthodes de limitation des NO_x. Ce projet étant sans précédent, on suppose que la limitation

des NO_x émis par les fours au charbon sera applicable aux fours à CDP. Un examen des autres informations sur les fours à ciment indique que les systèmes RNCS sont répandus pour réduire les émissions de NO_x. Toutes les autres options seront également examinées.

9.7.1 Brûleurs à faible émission de NO_x

Un brûleur à faible émission de NO_x (BFNO) est un brûleur conçu spécialement pour maîtriser la température de la flamme de façon à minimiser les émissions de NO_x. En forçant de l'air supplémentaire dans la zone d'allumage extérieure, on peut créer une combustion étagée qui limite l'émission de NO_x en réduisant la température de la flamme et le temps de séjour. Ce système est efficace comme solution autonome pour réduire les émissions de NO_x, mais on lui ajoute souvent un système d'évacuation d'air (SEA) ou un système de réduction non catalytique sélective (RNCS).

Impacts environnementaux

Les BFNO réduisent généralement les NO_x de 30 à 50 %, sans système d'évacuation d'air. L'utilisation d'un SEA permettra d'obtenir des réductions encore plus élevées. Les systèmes de réduction des NO_x qui réduisent la température de la flamme et le temps de séjour, comme les BFNO, ont toutefois l'inconvénient d'accroître les émissions de CO.

Impacts énergétiques

Les BFNO n'augmentent que légèrement la consommation d'énergie. La température plus basse de la flamme des BFNO n'a pour effet essentiellement que de réduire l'efficacité du brûleur, et il faut consommer une plus grande quantité de combustible pour obtenir la même puissance. De plus, un BFNO utilise des ventilateurs pour la circulation de l'air, lesquels consomment un peu d'énergie.

Impacts économiques

Coûtant environ 0,3 \$/kWh, l'installation d'un BFNO dans un nouveau dispositif (comparativement à la modification en rattrapage d'un brûleur existant) est étonnamment peu onéreuse. En supposant une efficacité de réduction des NO_x de 40 %, ce système coûtera environ 62 \$ par tonne pour l'élimination des NO_x. L'ajout d'un SEA à raison de 0,5 \$/kWh avec une efficacité prévue de 60 % réduit le coût à 60 \$ par tonne de NO_x éliminés.

9.7.2 Réduction non catalytique sélective

Un système de réduction non catalytique sélective (RNCS) est un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement qui utilise la capacité de certains composés, généralement l'urée ou l'ammoniac, pour réagir avec les émissions de NO_x afin de former des composés chimiques inoffensifs. À 1 700 °F, la réaction est très rapide et réduit les NO_x de façon importante. Historiquement, les systèmes RNCS ont été utilisés avec succès comme dispositifs de limitation des NO_x dans les flux d'échappement à haute température. Leur inconvénient est qu'ils sont généralement onéreux à utiliser et que les gaz d'échappement doivent se trouver à une certaine température et sous une certaine pression pour que le dispositif fonctionne correctement.

Impacts environnementaux

Dans des conditions d'exploitation optimales, on peut s'attendre à une réduction des NO_x d'environ 60 % en sus de celle obtenue avec un dispositif de limitation précombustion (comme un BFNO ou un SEA) avec l'installation d'un dispositif RNCS. Toutefois, il est très difficile de prévoir l'efficacité et le taux d'émission finals car ceux-ci dépendent de l'unité RNCS ainsi que de la pression et de la température dans la cheminée. Bien que les taux d'alimentation en ammoniac dans les systèmes RNCS soient fixés de façon à minimiser tout rejet d'ammoniac, la fiche technique de la plupart des constructeurs indique un taux d'émission d'ammoniac variant entre 2 et 10 ppm.

Impacts énergétiques

Les vaporisateurs d'ammoniac consomment un peu d'énergie et l'exploitation d'un système RNCS implique également une certaine augmentation indirecte de la consommation d'énergie, notamment pour créer et transporter l'ammoniac. Les systèmes RNCS n'ont par ailleurs aucun effet important concernant la consommation d'énergie.

Impacts économiques

L'installation d'un dispositifs RNCS sur un système de cette taille devrait coûter environ 60 k\$, plus le coût d'entretien annuel et celui de l'urée. À ce prix, le rendement prévu étant de 60 %, le système il en coûtera 22,8 k\$ par tonne de NO_x éliminés. Avec l'ajout d'un BFNO et d'un SEA, le rendement global du système devrait monter à 90 % environ. Dans ces conditions, le coût total serait de 15,2 k\$ par tonne de NO_x éliminés.

9.7.3 Réduction catalytique sélective

Un système de réduction catalytique sélective (RCS) fonctionne à peu près de la même façon qu'un système RNCS. La différence réside dans le fait que les systèmes RCS comportent un réseau de catalyseurs à métal précieux installés dans la cheminée qui accélèrent la réaction sur un plage de températures plus étendue. Bien que les systèmes RCS soient plus efficaces que les systèmes RNCS, les catalyseurs qu'ils utilisent sont onéreux et ne sont pas vraiment nécessaires quand la température de réaction est idéale. Étant donné que le coût des catalyseurs s'ajoutera au coût déjà élevé par tonne obtenu avec la RNCS, cette option a été jugée non techniquement réalisable.

9.8 Examen des options de limitation des émissions de CO

Un processus de combustion produit du monoxyde de carbone quand le carbone excédentaire contenu dans le combustible réagit avec l'oxygène de l'air. Il n'y a par conséquent que trois options de surveillance : 1) utiliser un combustible à plus faible teneur en carbone, 2) augmenter l'efficacité de la combustion (ce qui a pour effet d'augmenter les émissions de NO_x) ou 3) utiliser un système de post-traitement des gaz d'échappement.

9.8.1 Bonnes pratiques de combustion

On peut réduire les émissions de CO en augmentant le rendement des chambres de combustion, mais cette pratique entraînera une forte hausse des émissions de NO_x. Par conséquent, le rendement doit être maintenu dans une plage offrant la combinaison d'émissions de NO_x et de CO la plus basse possible, sans être inadmissible au plan environnemental.

9.8.2 Catalyseurs d'oxydation

Les catalyseurs d'oxydation en modules ou en unités standardisées sont les dispositifs les plus économiques pour éliminer ou réduire le monoxyde de carbone; ils ont également l'avantage de réduire les émissions d'hydrocarbures non brûlés. Ce sont des dispositifs durables et très efficaces à base de métaux précieux; la baisse de pression est faible et l'activité catalytique élevée. Ils comportent généralement un substrat alvéolaire de métal et de céramique couplé à des enduits catalytiques spécifiques de l'application. Des formulations à base de métaux précieux permettent d'obtenir des niveaux de destruction élevée à des températures moins élevées. L'utilisation de formulations à grande activité et résistantes aux poisons permet de réduire le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures non brûlés et les odeurs à des températures plus basses et avec un volume de catalyseurs moindre — un volume plus faible a pour conséquence des coûts d'immobilisation moins élevés et une température plus basse, et des coûts d'exploitation moins élevés. Dans certains cas, le niveau de destruction des polluants peut dépasser 98 %. Des systèmes d'oxydation post-combustion du CO ont été utilisés avec les turbines à gaz et les moteurs alternatifs, et devraient théoriquement être également utilisables avec les chaudières.

9.8.3 Catalyseurs d'oxydation du CO à vaporisation

Théoriquement, l'oxydation du CO pour produire du CO₂ pourrait être réalisée par l'ajout d'un catalyseur à la bruite d'un épurateur à voie humide, si l'introduction est effectuée au point où la température est la plus élevée dans la cheminée. Toutefois, étant donné que cette approche n'a pas encore été utilisée pour cette application, il faudrait effectuer des travaux de recherche et de développement considérables pour réaliser ce système, et les pourcentages de réduction des émissions resteraient inconnus à moins que des tests ne soient effectués avant et après la mise en œuvre, ce qui exigerait d'encore plus grandes dépenses de capital. Par conséquent, cette technique n'a pas été jugée économiquement faisable pour cette application.

9.9 Examen des options de limitation des émissions de SO₂

Les émissions de SO₂ seront directement proportionnelles à la teneur en soufre du combustible brûlé. Les pneus devraient avoir une teneur en soufre très faible comparativement aux combustibles liquides ou solides traditionnels utilisés par les fours à ciment. Une méthode de limitation du SO₂ est exposée ci-dessous.

9.9.1 Désulfuration des gaz de combustion

Les systèmes DGC post-combustion utilisent un réactif alcalin pour absorber le SO₂ contenu dans les gaz de combustion et produire un composé de sulfate de sodium et de sulfate de calcium. Ces composés sulfatés solides sont ensuite extraits dans un équipement monté en aval. Les technologies DGC sont du type à voie humide, semi-sèche ou sèche selon l'état du réactif quand il quitte la cuve d'absorption. Ces processus sont soit régénérables (quand le réactif peut être traité et réutilisé), soit non régénérables (dans ce cas, tous les flux de déchets sont déshydratés et éliminés). Les systèmes DGC régénérables à voie humide sont intéressants parce qu'ils permettent de réduire de plus de 95 %, les émissions de SO₂ que leurs rejets d'eaux usées sont minimaux, et qu'ils produisent du soufre qui peut être revendu.

9.10 Conclusion de l'analyse des BAT

Pour les PM, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,06 lb/MMBtu, ce qui est conforme à la norme de rendement de l'EPA visant les nouvelles sources promulguée en 1977 et à la norme MACT promulguée plus récemment. En raison de la décision d'utiliser des pneus comme combustible, les meilleurs dispositifs disponibles pour limiter les particules seront nécessaires pour se conformer à la norme actuelle. Il ne semble pas raisonnable de s'attendre à pouvoir abaisser le niveau d'émission des particules sous la limite de la norme actuelle. Le dispositif proposé de limitation des émissions constitué d'un cyclone de première ligne suivi d'un dépoussiéreur à sacs filtrants est considéré comme la BAT. (Le but du cyclone est de réduire les frais d'entretien du dépoussiéreur à sacs filtrants.)

Pour les NO_x, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,4 lb/MMBtu, ce qui est comparable au taux obtenu avec un dispositif RNCS. Cette analyse des BAT pour les NO_x a établi qu'un dispositif RCS peut atteindre un rendement de limitation plus élevé. Toutefois, la charge de particules et la température élevée des gaz d'échappement seraient problématiques pour ce type de dispositif. À l'heure actuelle il y a beaucoup de controverse aux États-Unis quant à la capacité d'un dispositif RCS à limiter les émissions de NO_x des fours à ciment. L'État de New York a approuvé la construction d'une nouvelle usine à ciment où un dispositif RCNS réduira les émissions de NO_x d'environ 60 %. Un groupe environnemental a contesté la décision au cours des audiences publiques. Il a présenté des informations sur une usine à ciment d'Allemagne qui a utilisé avec succès un dispositif RCS pour surveiller les émissions de NO_x dans l'écoulement d'air d'un four à ciment. Un fabricant américain de catalyseurs de RCS a déclaré au cours d'une discussion qu'il ne pouvait à l'heure actuelle garantir l'efficacité d'un dispositif RCS pour limiter les gaz d'échappement d'un four à ciment, puisque le dispositif pourrait être endommagé par les composants chimiques de la poussière de ciment.

Pour le SO₂, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,04 lb/MMBtu, ce qui correspond à un taux non limité en raison de la faible teneur en soufre prévue dans les gaz de combustion des pneus. Cette analyse des BAT pour le SO₂ conclut qu'aucun dispositif supplémentaire de limitation du SO₂ n'est économiquement rentable.

Pour le CO, le fournisseur citait un taux d'émission de 0,03 lb/MMBtu, ce qui peut être atteint avec de bonnes pratiques de combustion. En raison des efforts visant à réduire les émissions de NO_x au moyen de dispositifs supplémentaires, les émissions de CO peuvent être minimisées par optimisation de la combustion. Étant donné que l'analyse des BAT pour les NO_x recommandait un dispositif de limitation post-combustion RNCS, la chaudière pourra être réglée aux points de fonctionnement les plus efficaces, ce qui maintiendra les niveaux de CO au taux indiqué par le fournisseur. L'analyse des BAT pour le CO a conclu que la limitation du CO n'exigera qu'un « fonctionnement efficace ».

Pour les COV, le fournisseur de chaudières citait un taux d'émission de 0,03 lb/MMBtu, ce qui peut être atteint avec de bonnes pratiques de combustion. Le niveau de 0,03 lb/MMBtu correspond à environ 50 ppm, ce qui est la limite fixée par la norme MACT pour l'industrie de fabrication du ciment Portland. Étant donné que l'analyse des BAT pour les NO_x recommandait un dispositif de limitation post-combustion RNCS, l'unité pourra être réglée aux points de fonctionnement les plus efficaces, ce qui maintiendra les niveaux des COV au taux indiqué par le fournisseur. L'analyse des

BAT pour les COV a conclu que la surveillance des COV n'exigera qu'un « fonctionnement efficace ».

Annexe A – Normes de rendement des sources nouvelles

40 CFR 60 - NEW SOURCE PERFORMANCE STANDARDS (NORMES DE RENDEMENT DES SOURCES NOUVELLES)

Subpart	Title (Titre)
Cb	Large Municipal Waste Combustors (Gros incinérateurs de déchets urbains)
Cc	Municipal Solid Waste Landfills (Décharges de déchets solides urbains)
Cd	Sulfuric Acid Production Units (Unités de production d'acide sulfurique)
Ce	Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerators (Incinérateurs de déchets hospitaliers/médicaux/infectieux)
D	Fossil Fuel-Fired Steam Generators (Générateurs de vapeur à combustible fossile)
Da	Electric Utility Steam Generating Units (Génératrices de vapeur de centrale électrique)
Db	Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units (Génératrices de vapeur industrielles/commerciales/institutionnelles)
Dc	Small Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units (Petites génératrices de vapeur industrielles/commerciales/institutionnelles)
E	Incinerators (Incinérateurs)
Ea	Municipal Waste Combustors (Construction post 12/89 or prior to 9/94) (Incinérateurs de déchets (construction postérieure à 12/89 ou antérieure à 9/94))
Eb	Large Municipal Waste Combustors (Construction post 9/94 or Reconstruction post 6/96) (Gros incinérateurs de déchets urbains (construction postérieure à 9/94 ou reconstruction postérieure à 6/96))
Ec	Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerators (Construction post 6/96) (Incinérateurs de déchets hospitaliers/médicaux/infectieux (construction postérieure à 6/96))
F	Portland Cement Plants (Usines de ciment Portland)
G	Nitric Acid Plants (Usines d'acide nitrique)
H	Sulfuric Acid Plants (Usines d'acide sulfurique)
I	Asphalt Concrete Plants (Usines de béton asphaltique)
J	Petroleum Refineries (Raffineries de pétrole)
K	Storage Vessels (Construction June 11, 1973-May 19, 1978) (Contenants de stockage (construction entre le 11 juin 1973 et le 19 mai 1978))
Ka	Storage Vessels (May 18, 1978-July 23, 1984) (Contenants de stockage (construction entre le 18 mai 1978 et le 23 juillet 1984))
Kb	Storage Vessels (Commenced after July 23, 1984) (Contenants de stockage (construction commencée après le 23 juillet 1984))
L	Secondary Lead Smelters (Fours de fusion du plomb secondaire)
M	Secondary Brass and Bronze Ingot Production Plants (Usines de production de lingots de laiton et de bronze secondaires)
N	Iron and Steel Plants Constructed after June 11, 1973 (Usines sidérurgiques construites après le 11 juin 1973)
Na	Iron and Steel Plants Constructed after January 20, 1983 (Usines sidérurgiques construites après le 20 janvier 1983)
O	Sewage Treatment Plants (Usines de traitement d'eaux d'égout)
P	Copper (Cuivre)
Q	Zinc (Zinc)
R	Lead (Plomb)
S	Primary Aluminum Reduction Plants (Usines de réduction d'aluminium primaire)
T	Phosphate Fertilizer Industry (Industrie des engrais phosphatés)
U	Superphosphoric Acid Plants (Usines d'acide superphosphorique)
V	Diammonium Phosphate Plants (Usines de phosphate de diammonium)
W	Triple Superphosphate Plants (Usines de superphosphate triple)
X	Granular Triple Superphosphate Storage Facilities (Installations de stockage de superphosphate triple granulaire)
Y	Coal Preparation Plants (Usines de préparation du charbon)
Z	Ferroalloy Production Facilities (Installation de production de ferroalliages)

AA	Steel Plants: Electric Arc Furnaces (Aciéries : fours électriques à arc)
AAa	Steel Plants: Electric Arc Furnaces and Argon-Oxygen Decarburization Vessels Constructed after 8/17/83 (Aciéries : fours électriques à arc et contenants de décarburisation argon-oxygène construits après le 17 août 1983)
BB	Kraft Pulp Mills (Usines de pâtes kraft)
CC	Glass Manufacturing Plants (Usines de fabrication du verre)
DD	Grain Elevators (Silos)
EE	Surface Coating of Metal Furniture (Revêtements de surface de meubles de métal)
GG	Stationary Gas Turbines (Turbines à gaz fixes)
HH	Lime Manufacturing Plants (Usines de fabrication de chaux)
KK	Lead-acid battery manufacturing plants (Usines de fabrication de batteries au plomb)
LL	Metallic Mineral Processing Plants (Usines de traitement de minéraux métallifères)
MM	Automobile and Light-Duty Truck Surface Coating Operations (Opérations de revêtement de surface pour automobiles et camions légers)
NN	Phosphate Rock Plants (Usines de traitement de roches phosphatées)
PP	Ammonium Sulfate Manufacture Plants (Usines de fabrication de sulfate d'ammonium)
QQ	Graphic Arts Industry: Publication Rotogravure (Industrie des arts graphiques : rotogravure)
RR	Pressure Sensitive Tape and Label Surface Coating Operations (Opérations de revêtement de surface de rubans et d'étiquettes autocollants)
SS	Industrial Surface Coating: Large Appliances (Revêtements de surface industriels : gros appareils ménagers)
TT	Metal Coil Surface Coating (Revêtements de surface d'enroulement métallique)
UU	Asphalt Processing and Asphalt Roofing Manufacture (Fabrication de matériaux de couverture asphaltés)
VV	Equipment Leaks of VOC in the Synthetic Organic Chemicals Manufacturing Industry (Fuites de COV dans les équipements de l'industrie de fabrication de produits organiques synthétiques)
WW	Beverage Can Surface Coating Industry (Industrie du revêtement de surface des canettes de boisson)
XX	Bulk Gasoline Terminals (Terminaux de transport en vrac de l'essence)
AAA	New Residential Wood Heaters (Nouveaux appareils de chauffage au bois résidentiel)
BBB	Rubber Tire Manufacturing Industry (Industrie de fabrication de pneus de caoutchouc)
DDD	Polymer Manufacturing Industry (Industrie de fabrication de polymères)
FFF	Flexible Vinyl and Urethane Coating and Printing (Revêtements de vinyle et d'uréthane souples)
GGG	Equipment Leaks of VOC in Petroleum-Refineries (Fuites de COV dans les équipements de raffineries de pétrole)
HHH	Synthetic Fiber Production Facilities (Installations de production de fibres synthétiques)
III	Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry Air Oxidation Unit Processes (Procédés d'unités d'oxydation à l'air de l'industrie de fabrication de produits organiques synthétiques)
JJJ	Petroleum Dry Cleaners (Dispositifs de nettoyage à sec du pétrole)
KKK	Onshore Natural Gas Processing Plants (Usines de traitement côtier du gaz naturel)
LLL	Onshore Natural Gas Processing (Traitement côtier du gaz naturel)
NNN	Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry Distillation Operations (Opérations de distillation de l'industrie de fabrication de produits organiques synthétiques)
OOO	Nonmetallic Mineral Processing Plants (Usines de traitement de minéraux non métallifères)
PPP	Wool Fiberglass Insulation Manufacturing Plants (Usines de fabrication d'isolants en fibre de verre)
QQQ	Petroleum Refinery Wastewater System VOC Emissions (Émissions de COV des systèmes de traitement d'eaux usées des raffineries de pétrole)
RRR	Synthetic Organic Chemical Manufacturing (Fabrication de produits organiques synthétiques)
SSS	Magnetic Tape Coating Facilities (Installations de revêtements de bandes magnétiques)

TTT	Industrial Surface Coating: Plastic Parts for Business Machines (Revêtement de surfaces industriel : pièces de plastique pour machines commerciales)
UUU	Calciners and Dryers in Mineral Industries (Calcinateurs et séchoirs de l'industrie des minéraux)
VVV	Polymeric Coating of Supporting Substrates Facilities (Revêtement polymérique de substrats)
WWW	Municipal Solid Waste Landfills (Décharges à déchets solides urbains)
AAAA	Small Municipal Waste (Commenced Post 8/99 or Reconstruction 6/01) (Petites installations de traitement de déchets urbains (construction commencée après 8/99 ou reconstruction après 6/01))
BBBB	Small Municipal Waste Combustion (Construction prior to 8/99) (Petites installations de combustion de déchets urbains (construction antérieure à 8/99))
CCCC	Solid Waste Incineration (Commenced post 11/99 or Reconstruction post 6/01) (Installations d'incinération de déchets solides (construction commencée après 11/99 ou reconstruction après 6/01))
DDDD	Solid Waste Incineration (Commenced prior 11/99) (Installations d'incinération de déchets solides (construction commencée avant 11/99))

Annexe B – Normes nationales sur les émissions de polluants atmosphériques dangereux

National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (Normes nationales sur les émissions de polluants atmosphériques dangereux)

dernière mise à jour : 13 décembre 2004

NESHAP (MACT) STANDARD Source Categories Affected (Catégories de source touchées par la norme NESHAP ([MACT])	CFR Subparts
Aerospace (Aérospatiale)	GG
Asbestos (Amiante)	M
Asphalt Processing and Asphalt Roofing Manufacturing (Fabrication de matériaux de couverture bitumés)	LLLLL
Auto & Light Duty Truck* (surface coating) (Automobiles et camions légers* (revêtement de surface))	IIII
Benzene Waste Operations* (Opérations de traitement de déchets de benzène*)	FF
Boat Manufacturing (Construction de bateaux)	VVVV
Brick and Structural Clay Products Manufacturing (Fabrication de produits de brique et de matériaux de céramique)	JJJJ
Clay Ceramics Manufacturing (Fabrication de céramique)	KKKKK
Cellulose Products Manufacturing (Fabrication de produits celluloses)	UUUU
Chromium Electroplating (Électroplacage au chrome)	N
Coke Ovens: Pushing, Quenching, & Battery Stacks* (Fours de cokerie : cheminées*)	CCCCC
Coke Ovens (Fours de cokerie)	L
Combustion Sources at Kraft, Soda, and Sulfite Pulp & Paper Mills (Pulp and Paper MACT II) (Sources de combustion d'usines de pâtes et papiers kraft (Pulp and Paper MACT II))	MM
Commercial Sterilizers (Stérilisants commerciaux)	O
Degreasing Organic Cleaners (Nettoyeurs organiques de dégraissage)	T
Dry Cleaning (Nettoyage à sec)	M
Engine Test Cells/Stands (Bancs d'essai de moteurs)	PPPPP
Fabric Printing, Coating & Dyeing (Impression, revêtement et teinture de tissus)	OOOO
Ferroalloys Production (Production de ferroalliages)	XXX
Flexible Polyurethane Foam Fabrication Operation (Opération de fabrication de mousse de polyuréthane souple)	MMMMM
Flexible Polyurethane Foam Production (Production de mousse de polyuréthane souple)	III
Friction Products Manufacturing (Fabrication de produits à friction)	QQQQQ
Gasoline Distribution (Stage 1) (Distribution de l'essence (étape 1))	R
General Provisions (Dispositions générales)	A
Generic MACT + (Généralités MACT +)	YY
Generic MACT + (Généralités MACT +)	YY
Hazardous Waste Combustion (Combustion de déchets dangereux)	Parts 63,261 and 270
Hazardous Organic NESHAP (NESHAP pour les substances organiques dangereuses)	F, G, H, I
Hydrochloric Acid Production (Production d'acide hydrochlorique)	NNNNN
Industrial, Commercial and Institutional Boilers and Process Heaters (Chaudières et dispositifs de chauffage industriels, commerciaux et institutionnels)	DDDDD
Industrial Cooling Towers (Tours de refroidissement industrielles)	Q
Integrated Iron and Steel (Sidérurgie)	FFFFF
Iron and Steel Foundries* (Fonderies sidérurgiques*)	EEEE
Large Appliances (surface coating) (Gros appareils ménagers (revêtement de surface))	NNNN
Leather Finishing Operations (Opérations de finition du cuir)	TTTT
Lime Manufacturing (Fabrication de la chaux)	AAAAA
Magnetic Tape (surface coating) (Bandes magnétiques (revêtement de surface))	EE
Manufacturing Nutritional Yeast (formerly Bakers Yeast) (Fabrication de la levure nutritionnelle (autrefois levure de boulangerie))	CCCC

Marine Vessel Loading Operations (Opérations de chargement de navires)	Y
Mercury Cell Chlor-Alkali Plants (formerly Chlorine Production) (Usines de chloralcali pour piles au mercure (autrefois Production de chlore))	IIII
Metal Can (surface coating) (Boîtes métalliques (revêtement de surface))	KKKK
Metal Coil (surface coating) (Enroulement métallique (revêtement de surface))	SSSS
Metal Furniture (surface coating) (Meubles de métal (revêtement de surface))	RRRR
Mineral Wool Production (Production de laine minérale)	DDD
Misc. Coating Manufacturing (Fabrication de revêtement divers)	HHHHH
Misc. Metal Parts and Products (surface coating) (Pièces et produits métalliques divers (revêtement de surface))	MMMM
Misc. Organic Chemical Production and Processes (MON) (Production et traitement de substances organiques diverses)	FFFF
Municipal Solid Waste Landfills (Décharges à déchets solides urbains)	AAAA
Natural Gas Transmission and Storage (Transport et stockage du gaz naturel)	HHH
Off-Site Waste Recovery Operations (Opérations de récupération de déchets hors site)	DD
Oil & Natural Gas Production (Production de pétrole et de gaz naturel)	HH
Organic Liquids Distribution (non-gasoline) (Distribution de liquides organiques (autres que l'essence))	EEEE
Paper and Other Web (surface coating) (Papiers et autres tissus (revêtement de surface))	JJJJ
Petroleum Refineries (Raffineries de pétrole)	CC
Petroleum Refineries (Raffineries de pétrole)	UUU
Pharmaceuticals Production (Production de produits pharmaceutiques)	GGG
Phosphoric Acid (Acide phosphorique)	AA
Phosphate Fertilizers (Engrais phosphatés)	BB
Plastic Parts (surface coating) (Pièces de plastique (revêtement de surface))	PPPP
Plywood and Composite Wood Products (formerly Plywood and Particle Board Manufacturing) (Contreplaqués et produits du bois composites (autrefois Fabrication de contreplaqués et d'agglomérés de bois))	DDDD
Polyether Polyols Production (Production de polyols de polyéther)	PPP
Polymers & Resins I (Polymères et résines I)	U
Polymers & Resins II (Polymères et résines II)	W
Polymers & Resins III (Polymères et résines III)	OOO
Polymers & Resins IV (Polymères et résines IV)	JJJ
Polyvinyl Chloride and Copolymers Production (Production de chlorure de polyvinyle et de copolymères)	J
Portland Cement Manufacturing (Fabrication de ciment Portland)	LLL
Primary Aluminum (Aluminium primaire)	LL
Primary Lead Smelting (Fusion de plomb primaire)	TTT
Primary Copper (Cuivre primaire)	QQQ
Primary Magnesium Refining (Raffinage de magnésium primaire)	TTTTT
Printing and Publishing (surface coating) (Impression et édition (revêtement de surface))	KK
Publicly Owned Treatment Works (POTW) (Installations de traitement publiques)	VVV
Pulp & Paper (non-combust) MACT I (Pâtes et papiers (non combustibles) MACT I)	S
Pulp & Paper (non-chem) MACT III (Pâtes et papiers (non chimiques) MACT III)	S
Reciprocating Internal Combustion Engines (RICE) (Moteurs alternatifs à combustion interne)	ZZZZ
Refractory Products Manufacturing (Fabrication de produits réfractaires)	SSSSS
Reinforced Plastic Composites Production (Production de composites de plastique renforcés)	WWWWW
Rubber Tire Manufacturing (Fabrication de pneus de caoutchouc)	XXXX
Secondary Aluminum (Aluminium secondaire)	RRR
Secondary Lead Smelters (Fusion du plomb secondaire)	X
Semiconductor Manufacturing (Fabrication de semi-conducteurs)	BBBBB
Shipbuilding & Ship Repair (surface coating) (Construction et réparation de navires (revêtement de surface))	II
Site Remediation (Restauration de sites)	GGGGG
Solvent Extraction for Vegetable Oil Production (Extraction de solvants pour la production d'huile végétale)	GGGG
Stationary Combustion Turbines* (Turbines à combustion fixes*)	YYYY

Steel Pickling-HCL Process (Décapage de l'acier à l'acide chlorhydrique)	CCC
Taconite Iron Ore Processing (Traitement de la taconite)	RRRRR
Tetrahydrobenzaldehyde Manufacture (Formerly Butadiene Dimers Production) (Fabrication de la tétraendrobenzaldéhyde (autrefois Production de dimères de butadiène))	F
Wet Formed Fiberglass Mat Production (Fabrication de mats de fibre de verre façonnés à l'état humide)	HHHH
Wood Building Products (surface coating) (formerly Flat Wood Paneling Products) (Produits de construction en bois (revêtement de surface) (autrefois Panneaux de bois plats))	QQQQ
Wood Furniture (surface coating) (Meubles de bois (revêtement de surface))	JJ
Wool Fiberglass Manufacturing (Fabrication de fibre de verre)	NNN