

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

Date de début : le 2 avril 2005
Date de fin : le 11 octobre 2005
Fin de l'exercice : le 31 décembre 2005

Questions traitées se rapportant à la recherche scientifique et au développement expérimental (RS&DE)

1. Demandes concernant les essais dans les usines exploitant un procédé de production commerciale à plusieurs étapes à grande échelle
2. Essais permanents de PE et de PC+DE à l'usine
3. Nombre et durée des essais dans les usines à l'appui d'un projet de RS&DE
4. Consommation de matériaux excédentaires utilisés pendant les essais dans les usines (brûlage à la torche, consommation d'adjuvants)
5. Méthodes de remplacement et traditionnelle

Préambule

Le présent exemple a été élaboré pour illustrer les notions qui différencient la production expérimentale (PE) de la production commerciale avec développement expérimental (PC+DE) dans les projets de recherche scientifique et développement expérimental (RS&DE) des usines du secteur de produits chimiques. L'exemple vise à fournir une orientation sur la façon d'appliquer les principes qui font partie de la partie 1 [1] du Document d'orientation n° 3 pour les produits chimiques et des Politiques d'application RS&DE 2002-02R2 [2] dans le cadre de l'examen de demandes du secteur des produits chimiques.

Contexte

Un réacteur générique en phase gazeuse à lit fluidisé comprend un réacteur, un lit de polymère à diverses étapes de polymérisation, une plaque de distribution de gaz, une tuyauterie d'aspiration et de refoulement d'air, un compresseur, un refroidisseur des gaz de circuit, une installation d'évacuation des produits et un dispositif de brûlage à la torche (voir la figure 1). Les références [3] et [4] donnent une description de ce type de procédé. De plus, le système de polymérisation comprend des réservoirs pour les résines et une extrudeuse pour mélanger des adjuvants à la résine et la bouletter. La société tentait de développer de nouveaux produits de polymère et la capacité de les produire dans un réacteur en phase gazeuse au moyen d'un nouveau catalyseur en métallocène. Le système d'usine-pilote dans lequel ont été effectués les essais ne simule pas de façon exacte le réacteur commercial en phase gazeuse, car il existe des différences fondamentales au niveau de la conception entre le réacteur d'usine-pilote et le lit fluidisé gaz-solide à grande échelle.

Aux fins du présent exemple, le système illustré à la figure 1 fonctionne à des pressions de 1,5 à 2,5 MPa, à des températures allant de 70 à 95 °C et à un taux de production moyen de 20 000 kg par heure. On remplit le réacteur d'un lit d'environ 45 000 à 50 000 kg de particules sèches de polymère qu'un flux gazeux à haute vitesse agite vigoureusement. Le flux gazeux composé d'un mélange d'éthène, de comonomère (facultatif), d'azote et d'hydrogène entre dans le réacteur par le bas et passe par une plaque de distribution perforée. La circulation rapide du flux gazeux a deux fonctions : la fluidisation du lit de particules et l'élimination de la chaleur de polymérisation. Le flux gazeux inaltéré pénètre dans une zone de dégagement élargie au sommet du réacteur, est séparé des particules de polymère entraînées et est ensuite comprimé, refroidi et retourné au réacteur. On contrôle les propriétés du produit en ajustant les conditions de réaction (température, pression, débits du flux, etc.). On utilise des modèles informatiques afin de déterminer les conditions de réaction nécessaires selon le type de catalyseur et le produit fabriqué.

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

1A. Objectifs scientifiques ou technologiques

L'objectif technologique était de développer un nouveau produit de polymère au moyen d'un catalyseur en métallocène nouvellement formulé auquel on a récemment accordé un brevet mondial et de mieux comprendre l'étendue des paramètres du procédé nécessaire à l'exploitation du réacteur en phase gazeuse à lit fluidisé. Le projet comprend du développement expérimental dans les domaines de l'ingénierie des réactions chimiques et de la technologie de la fabrication du polyéthylène.

1B. Savoir technologique, base ou niveau de connaissances

La compagnie possédait une expérience antérieure d'une autre famille de catalyseurs, qui comportait des caractéristiques très différentes en ce qui concerne les sortes de polyéthylène qui pouvaient être fabriquées. Dans le cadre du présent projet, la compagnie XYZ s'efforcera de fabriquer des produits de pellicule de polyéthylène dans un réacteur en phase gazeuse à lit fluidisé au moyen d'un catalyseur en métallocène nouvellement formulé. La compagnie a demandé le développement au banc d'essai et en usine-pilote du nouveau catalyseur comme RS&DE au cours des années précédentes. Les résultats du banc d'essai et du projet pilote ont permis de démontrer qu'il y avait un problème avec le catalyseur, dont une partie était entraînée et perdue dans le haut du réacteur, puis un autre problème distinct lié à la neutralisation de l'activité excessive du catalyseur dans le secteur de l'extrusion en présence d'un surplus d'adjuvants. On ne savait pas si ces problèmes se manifesteraient dans le système à grande échelle, car la conception du réacteur du projet pilote était différente.

Avant le début du projet, la compagnie ne disposait pas d'une expérience pertinente en usine en ce qui concerne la fabrication de polyéthylène au moyen du catalyseur en métallocène nouvellement développé dans le lit fluidisé à grande échelle. En conséquence, il y avait une importante incertitude technologique associée au réacteur lui-même, car la conception du réacteur du projet pilote était fondamentalement différente. Il fallait régler au moyen du procédé complet à plusieurs étapes (figure 1) les enjeux technologiques suivants :

- 1) les caractéristiques d'hydrodynamique, de chaleur et de transfert de masse du réacteur en phase gazeuse seraient différentes de celles connues pour le réacteur du projet pilote;
- 2) le catalyseur en métallocène hautement actif reste après la désactivation du produit en quantité importante, même après que le produit a quitté le système de décharge;
- 3) la purge excessive de gaz recyclés (brûlage à la torche) fait augmenter le coût du produit et pollue l'environnement;
- 4) l'excès de catalyseur actif pourrait causer des réactions dans les réservoirs d'entreposage, ce qui présenterait des risques pour la sécurité (incendie) étant donné que les réservoirs ne sont pas purgés;
- 5) la hausse de température causée par la nature exothermique de la réaction pourrait occasionner un risque grave de fusion du cœur du réacteur, ce qui aurait comme résultat une panne de réacteur imprévue et des coûts élevés liés à l'entretien et à la mise à niveau;
- 6) la réaction en phase gazeuse dans le réacteur à lit fluidisé était très sensible à de légères variations de quantité de catalyseur et d'impuretés dans le flux d'entrée.

1C. Avancement scientifique ou technologique

L'avancement technologique recherché est le développement d'un processus de phase gazeuse stable pour la fabrication linéaire de polyéthylène à basse densité au moyen d'un catalyseur en

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

métallocène nouvellement formulé. Cet avancement est dans le domaine de l'ingénierie des réactions chimiques et de la technologie de fabrication de polymère.

Aucun processus en phase gazeuse n'utilise une famille semblable de catalyseur en métallocène pour fabriquer efficacement des produits de polyéthylène à basse densité de niveau acceptable. On ne sait pas si notre catalyseur actuel, qui n'a été utilisé que dans le cadre du projet pilote (avec une conception tout à fait différente), conviendrait à une application de traitement de polyéthylène à grande échelle en raison des profils exothermiques du réacteur à lit fluidisé, ce qui mène à une forte possibilité d'élévation de température. On sait que les réactions dans le système en phase gazeuse, lorsque le nouveau catalyseur est utilisé, causent des profils de température beaucoup plus élevés, en se fondant sur les résultats du projet pilote obtenus jusqu'à maintenant. En conséquence, l'instabilité du réacteur en ce qui concerne l'élévation de la température pourrait mener à un processus instable et à de grandes quantités de produits hors norme.

En dernier lieu, on ne sait pas s'il est possible de trouver une méthode pour faire cesser l'activité du catalyseur en métallocène résiduel, qui est entraîné avec le produit lorsqu'il quitte le secteur de décharge du réacteur à lit fluidisé. Cette méthode est nécessaire pour réduire ou, préférablement, éliminer la consommation d'adjuvant excédentaire dans le secteur de l'extrusion.

1D. Description des activités menées dans l'exercice visé par la demande

Essai 1 : Développement de produit avec le nouveau catalyseur dans le cadre d'un processus en phase gazeuse à grande échelle.

Date : Du 20 au 24 mai 2005; durée de l'essai : 3,5 jours

La compagnie a examiné l'utilisation d'un nouveau catalyseur en métallocène dans le lit en phase gazeuse. Le produit n'a jamais été fabriqué à ce site. Au cours de la mise à l'essai du produit commercial, le personnel d'exploitation de l'usine a éprouvé des problèmes en ce qui concerne le contrôle du processus en raison de fréquents changements de température dans le réacteur. On a découvert qu'en faisant davantage de brûlage à la torche, il était possible d'obtenir un contrôle de la température convenable. Au cours de l'essai 1, le personnel de l'usine a déterminé la quantité de brûlage à la torche nécessaire au contrôle de la température. Le produit expérimental initial comportait une activité du catalyseur résiduel pendant l'étape de bouletage. Cela a été découvert au moyen d'une forte consommation d'adjuvant.

La compagnie a demandé l'essai de 3,5 jours comme PE. Cette demande comprenait le temps de transition à partir des anciennes séries de production, en plus du ciblage et de l'atteinte de conditions de traitement stables. Enfin, il y avait le temps nécessaire pour mener la véritable période d'essai expérimentale. Il fallait faire fonctionner le réacteur assez longtemps pour recueillir un réservoir plein de polymère (80 000 kg de polymère). Cette opération est nécessaire à l'obtention d'un produit homogène dans le réservoir pour atténuer la formation de particules fines ou de filaments occasionnés par le mélange de quantités moindres.

Une partie du produit respectait les spécifications expérimentales. Le reste a été vendu comme produits hors norme, ce qui a permis de recouvrer le coût des matériaux. La haute direction connaissait les répercussions sur la stabilité du processus, mais a entièrement endossé la conception et la mise en œuvre de cet essai en usine.

La compagnie a demandé l'essai 1 comme PE.

À la suite de l'analyse des résultats de l'essai 1, l'équipe de développement du catalyseur a déterminé que la cause probable des variations de température était la reprise du catalyseur

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

dans le cycle de recyclage et a proposé l'ajout de méthanol dans le réacteur comme solution possible à l'activité du catalyseur résiduel.

Une partie du produit de l'essai 1 a été remise gratuitement à un client ABC pour l'essai des applications. Le produit respectait les spécifications requises pour un produit d'usage général. Cependant, le client a indiqué qu'il souhaitait une amélioration à la spécification d'une pellicule de gel d'une autre famille de produits. Ce travail se ferait dans le cadre de l'essai 3.

Essai 2 : Évaluation du méthanol comme remplacement de la vapeur en tant que désactivant de catalyseur.

Date : les 26 et 27 mai 2005; durée de l'essai : 2 jours

Dans le cadre de cet essai, la compagnie a évalué un désactivant de catalyseur dans le réacteur. Au cours d'études pilotes antérieures, on a déterminé que le méthanol était un désactivant de catalyseur efficace. Cependant, il y avait un risque important que le méthanol ait des effets néfastes sur les propriétés du produit et l'exploitation stable du réacteur.

Afin de procéder à l'expérience, on a préparé une installation d'injection de méthanol temporaire. Cette installation devait servir uniquement à des fins d'utilisation expérimentale pendant l'essai 2 et a été réclamée à titre d'équipement dédié à la RS&DE dans la demande.

Au cours de l'expérience, on a injecté du méthanol dans la résine granulaire à des taux variant de 0,5 à 5 kg/h et on a évalué les répercussions sur la stabilité du procédé et les propriétés du produit toutes les 2 heures. Il a été établi que le méthanol désactivait efficacement le catalyseur à un taux d'ajout de 3 kg/h et semblait accroître la stabilité du procédé, cependant, il y avait des répercussions néfastes sur les propriétés du produit.

La compagnie a réclamé l'essai de 2 jours comme PE.

Comme aucun produit ne respectait les spécifications requises, celui-ci a donc été vendu comme produit hors norme afin de ne recouvrer que le coût des matériaux. La haute direction connaissait les répercussions sur la stabilité du processus, mais a entièrement endossé la conception et la mise en œuvre de cet essai en usine.

Essai 3 : Examen de l'amélioration des propriétés de la pellicule de gel

Date : le 1^{er} juin 2005 Durée de l'essai : 1 jour

Le client a demandé 200 tonnes de résine pour son procédé, étant donné que le produit respectait ses spécifications pour la pellicule tout usage. Cependant, ABC disposait aussi d'une pellicule haut de gamme qui nécessitait une spécification moindre en matière de gel. Bien qu'elle ait produit les 200 tonnes de pellicule de résine tout usage, la compagnie XYZ a mené d'autres expérimentations dans le cadre de l'essai 3 pour déterminer le potentiel de réduction de la spécification de la pellicule de gel. XYZ savait qu'un écart du temps de résidence des solides pourrait avoir des répercussions sur le potentiel des pellicules de gel. Le travail provenant de l'étude de l'usine pilote a fourni à l'usine commerciale l'éventail de conditions d'exploitation visant à garantir que le produit respecterait les normes. Par conséquent, on ne s'attendait pas à ce qu'il y ait des répercussions sur la qualité du produit ou sur le processus.

On a donc effectué le troisième essai pour examiner si des modifications au temps de résidence des solides élimineraient le problème lié au gel. En ce qui concerne les autres paramètres, on a maintenu les mêmes conditions que celles de l'essai 1. On a déterminé que le temps de résidence ne contribuait pas à atténuer le problème lié à la pellicule de gel.

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

La totalité du produit a respecté toutes les spécifications requises et a été vendue comme produit de catégorie A. Les matériaux n'ont pas fait l'objet d'une demande.

La compagnie a réclamé l'essai 3 comme PC+DE.

Essai 4 : Évaluation d'un autre désactivant X pour le procédé en phase gazeuse

Date : De septembre à octobre 2005

La direction de la compagnie a décidé d'évaluer un autre type de désactivant X breveté dans le réacteur qui pourrait avoir des répercussions minimales sur les propriétés du produit.

Au début de l'essai 4, une défektivité de la purification de l'entrée des gaz a causé un amoncellement d'impuretés dans le réacteur. L'équipe des opérations a entrepris une étude des systèmes de purification afin de déterminer la source des impuretés. On a mis deux jours à régler le problème lié aux systèmes de purification, que l'on a ensuite reconnectés au réacteur.

À ce moment, l'équipe des opérations a repris l'évaluation du désactivant X pour le procédé en phase gazeuse. On a conservé des conditions de traitement identiques à celles de l'essai 2. Par la suite, un total de deux jours a été nécessaire pour terminer le travail lié au désactivant X.

La compagnie a réclamé les deux jours de la partie de l'essai consacrée au désactivant X comme PE et a aussi demandé les deux jours nécessaires à l'évaluation des systèmes de purification.

Comme aucun produit ne respectait les spécifications requises, celui-ci a donc été vendu comme produit hors norme afin de ne recouvrer que le coût des matériaux. Elle a conclu l'essai 4 et se concentrera maintenant sur le développement de nouveaux produits à l'usine pilote, dans un premier temps, pour ensuite passer graduellement à l'usine commerciale. Après l'essai 4, aucun autre essai en usine à l'appui du projet n'a fait l'objet d'une demande pour l'exercice en cours.

Liste d'entrepreneurs

NOM DE L'ENTREPRENEUR	RÔLE ET RESPONSABILITÉ
Entrepreneur X	Installation de l'injecteur de méthanol

1E. Renseignements à l'appui

1. Description du travail de l'entrepreneur de l'installation de l'injecteur de méthanol
2. Directives d'exploitation et méthodes d'essais expérimentales
3. Registres détaillés des opérations de démarrage
4. Logique et méthodologie du concept expérimental
5. Directives d'exploitation expérimentale et rapports finaux correspondants
6. Procès-verbal de la réunion de l'équipe d'ingénieurs du procédé
7. Approbation écrite de la haute direction signée pour les essais expérimentaux
8. Expériences sur le réacteur pilote, résultats des essais et rapports finaux correspondants
9. Documentation du projet d'immobilisations de l'injecteur de méthanol
10. Procès-verbal de la réunion de l'équipe

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

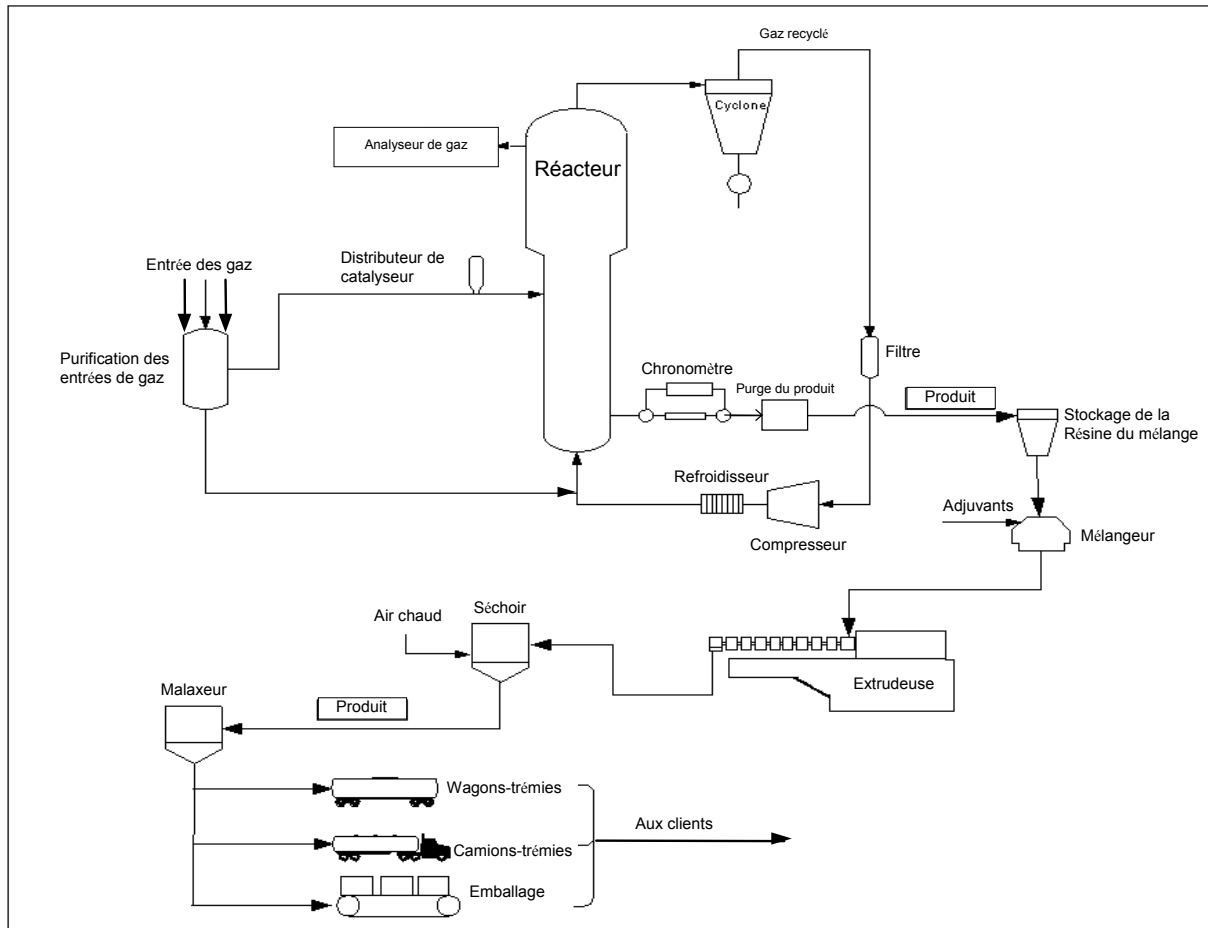


Figure 1 : Procédé permanent de fluidisation gaz-solides à plusieurs étapes pour la production à grande échelle de polyéthylène

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

Tableau 1a : Dépenses demandées selon la méthode de remplacement

Coût total de la main-d'œuvre (des employés exerçant directement) Laboratoire, travail sur le projet pilote et essais en usine	150 000 \$
Matériaux consommés ou transformés <ul style="list-style-type: none"> • Produits donnés aux clients pour l'essai d'applications (Essai 1) • Coût de l'adjuvant excédentaire (Essai 1) • Coûts du comonomère en raison du brûlage à la torche supplémentaire (Essai 1) 	24 000 \$ 20 000 \$ 20 000 \$ Total = 64 000 \$
Dépenses en capital <ul style="list-style-type: none"> • Système d'injection de méthanol temporaire (TOP pour l'essai 2) 	20 000 \$
Total demandé pour les essais 1 à 4, sans le montant de remplacement visé par règlement (MRVR)	234 000 \$
MRVR = main-d'œuvre*0,65	150 000*0,65 = 97 500 \$
Total demandé pour les essais 1 à 4, y compris le MRVR	234 000 + 97 500 = 331 500 \$

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

Tableau 1b : Dépenses demandées selon la méthode traditionnelle

Coût total de la main-d'œuvre (des employés exerçant directement) Laboratoire, travail sur le projet pilote et essais en usine	150 000 \$
Matériaux consommés <ul style="list-style-type: none"> • Produits donnés aux clients pour l'essai d'applications (Essai 1) • Coût de l'adjuvant excédentaire (Essai 1) • Coûts du comonomère en raison du brûlage à la torche supplémentaire (Essai 1) 	24 000 \$ 20 000 \$ 20 000 \$ Total = 64 000 \$
Dépenses en capital <ul style="list-style-type: none"> • Système d'injection de méthanol temporaire (TOP pour l'essai 2) 	20 000 \$
Total demandé pour les essais 1 à 4, sans les frais généraux	234 000 \$
Liste des frais généraux engagés (tous soit attribuables en TOP ou directement liés et supplémentaires à la RS&DE pour les 3 essais en usine de PE et 1 de PC+DE et les installations de laboratoire de la compagnie): <ol style="list-style-type: none"> 1. Services (vapeur, gaz naturel, électricité, eau, azote, air) – Coûts totaux de 500 000 \$ 2. Avantages et mesures incitatives – Coût total de 80 000 \$, moins les gestionnaires et l'administration 5 000 \$ = 75 000 \$. 3. Services contractuels (tuyauteurs, entretien de machinerie) – Coûts totaux de 100 000 \$. 4. Approvisionnement – Coûts totaux de 25 000 \$. 5. Entretien – Coûts totaux de 150 000 \$. 6. Coûts liés à la TI – Coût totaux de 10 000 \$. 7. Frais d'exploitation de l'usine – Coûts totaux de 100 000 \$, dont 20 000 \$ inadmissibles. 8. Services techniques – Coûts totaux de 40 000 \$. 	500 000 \$ 75 000 \$ 50 000 \$ 25 000 \$ 150 000 \$ 10 000 \$ 80 000 \$ 40 000 \$
Total des frais généraux – Méthode traditionnelle	930 000 \$
Total demandé pour les essais 1 à 4, y compris les frais généraux	23 000 + 930 000 = 1 164 000 \$

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

Analyse du projet

Le projet portait sur le développement d'un procédé en phase gazeuse au moyen d'un groupe de catalyseur en métallocène nouvellement formulé. Le travail était prévu et mené de façon systématique par un personnel technique qualifié. Les essais en usine (de 1 à 3) sont proportionnels aux besoins du projet de la RS&DE. En ce qui concerne l'essai en usine 4, le travail lié à la réparation des systèmes de purification n'est pas lié au soutien de l'avancement recherché dans le cadre du projet. Il est plutôt lié à l'entretien de l'installation en exploitation et non au développement du procédé en phase gazeuse. Seul le travail lié au désactivant X de l'essai 4 est proportionnel aux besoins du projet de la RS&DE. À ce titre, le travail des essais 1 à 3 et sur le désactivant X de l'essai 4 correspond à la définition de RS&DE en vertu du paragraphe 248(1) de la *Loi de l'impôt sur le revenu*.

Décision de l'ARC

Le conseiller en recherche et technologie (CRT) a vérifié qu'il y avait un projet de RS&DE. Au cours de l'examen technique de la demande, il a confirmé ce qui suit à l'appui des essais 1, 2 et 4 (travail lié au désactivant X) demandés comme PE :

- le produit des essais 1, 2 et 4 a été donné ou vendu comme produit hors norme à des clients de deuxième niveau et on n'a recouvré que le coût des matériaux;
- d'importantes modifications ont été apportées au procédé au cours des essais 1, 2 et 4, y compris l'essai du nouveau catalyseur en métallocène et de désactivants de remplacement;
- la haute direction de l'usine a alloué du personnel technique et du temps de recherche et développement (R et D) supplémentaires (le personnel n'est habituellement pas affecté au travail lié aux essais en usine) aux essais 1, 2 et 4 afin d'être en mesure de mieux gérer le volume de données accru associé aux essais expérimentaux en usine;
- des directives d'exploitation précises et d'autres dossiers pertinents ont été préparés pour les essais 1, 2 et 4 dans le cadre du plan de projet original;
- les employés ont participé à la conception des expériences précises, ainsi qu'à la surveillance et à l'analyse des données de tous les essais.

En raison des conclusions du CRT et des autres considérations et facteurs techniques mentionnés dans la description de projet précédente, il a été confirmé que les essais 1, 2 et 4 (travail lié au désactivant X) constituaient de la PE.

Pour les essais 1, 2 et 4 (travail lié au désactivant X), tous les travaux ont été demandés pour toutes les étapes de traitement à l'usine. Précisément, pour un procédé permanent, on s'attend à ce qu'un produit de moindre qualité provenant du réacteur à lit fluidisé ait des répercussions néfastes sur la qualité du produit découlant de toutes les autres étapes en aval du réacteur. Ainsi, tous les travaux (essais 1,2, et 4 : désactivant X) ont été considérés comme étant du DE. Le demandeur a choisi de ne pas inclure les matériaux transformés au cours des essais 1, 2 et 4 puisque le produit a été vendu et les règles visant la récupération s'appliqueraient aux matériaux transformés.

L'essai 3 en usine a été considéré comme PC avec DE. De cet essai, uniquement les coûts supplémentaires liés à la main-d'œuvre ont été demandés comme dépenses de RS&DE. Les matériaux et les frais généraux associés à l'essai 3 n'ont pas fait l'objet d'une demande. La seule demande de coûts de main-d'œuvre de l'essai 3 visait un opérateur (1 équivalent temps plein

Exemple 3.5 : Développement de produits et de procédés de fabrication linéaire de polyéthylène basse densité sur lit fluidisé gaz-solide

(ETP) x 24 heures) et un ingénieur de procédé (pour la planification expérimentale, la surveillance et l'analyse; 24 heures). La totalité du produit résultant a été vendu comme de première qualité ou de « catégorie A ».

Pendant l'examen de la demande, l'examineur financier a confirmé que seules les dépenses supplémentaires liées à la main-d'œuvre avaient fait l'objet d'une demande pour l'essai 3 et que la compagnie disposait d'assez de documents à l'appui de sa méthodologie.

En raison de ces conclusions de l'examineur financier et des autres considérations et facteurs techniques mentionnés dans la description de projet précédente, il a été confirmé que l'allocation des dépenses de l'essai 3 correspondait à un essai de PC+DE. Il a aussi été confirmé que les dépenses déclarées pour les essais 1, 2 et 4 (travail lié au désactivant X) pourraient être justifiées grâce aux documents pertinents. Le travail lié aux systèmes de purification de l'essai 4 a été refusé.

Références de l'exemple 3.5

- [1] Document d'orientation n° 3 pour les produits chimiques – procédés chimiques – partie I
<http://www.cra-arc.gc.ca/taxcredit/sred/publications/chem3/chem3-LISEZ-MOI.html>
<http://www.cra-arc.gc.ca/taxcredit/sred/publications/chem3/chem3-README.html>

- [2] Politique d'application RS&DE 2002-02R2 : Production expérimentale et production commerciale avec développement expérimental – Dépenses de RS&DE déductibles.
<http://www.cra-arc.gc.ca/taxcredit/sred/publications/ap2002-02r2-f.html>
<http://www.cra-arc.gc.ca/taxcredit/sred/publications/ap2002-02r2-e.html>

- [3] Brown, G. L., D. F. Warner et J. H. Byon, « *Exothermic Polymerization in a Vertical Fluid Bed*, États-Unis, brevet n° 4 255 542 : *Exothermic Polymerization in a Vertical Fluid Bed*, le 10 mars 1981.

- [4] McAuley, K. B. et J. F. MacGregor. *On-line Inference of Polymer Properties in an Industrial Polyethylene Reactor*, *AIChE Journal* 37(6) : 825-835, juin 1991.