

Date : 19980501

Dossier : 97-531-IT-G

ENTRE :

NORTHWEST HYDRAULIC CONSULTANTS LTD.,

appelante,

et

SA MAJESTÉ LA REINE,

intimée.

### **Motifs du jugement**

#### **Le juge Bowman, C.C.I.**

[1] Il s'agit d'un appel interjeté à l'égard d'une cotisation relative à l'année d'imposition 1994. L'avis d'appel et la réponse soulèvent un certain nombre de questions, mais les avocats des parties ont en fait éliminé toutes les questions sauf une question cruciale, à savoir si le travail effectué à l'égard de cinq projets d'ingénierie que les avocats ont choisis comme représentatifs constitue des activités de recherche scientifique et de développement expérimental (la RS & DE ") au sens de l'article 37 de la *Loi de l'impôt sur le revenu* (la " *Loi* ") et de la partie XXIX du *Règlement*.

[2] L'appelante (" NHC ") s'occupe d'une branche spécialisée de l'hydraulique technique. Sur une période de 11 ans allant de 1983 à 1994, elle a réalisé 17 projets dans le cadre desquels des conceptions ont été mises à l'essai au moyen de maquettes. Il s'agit de savoir si ces projets constituaient de la RS & DE. L'année 1994 est la seule dont la Cour est saisie, mais les parties ont convenu que si la question de principe est tranchée, elles peuvent régler entre elles la façon dont pareille décision influera non seulement sur l'année 1994, mais aussi sur d'autres années d'imposition, et notamment sur le droit de l'appelante aux crédits d'impôt à l'investissement et aux crédits d'impôt à l'investissement remboursables.

[3] Voici une description exacte des antécédents et des activités de NHC. Elle est tirée du rapport du témoin expert Joe Ploeg:

## [TRADUCTION]

Northwest Hydraulic Consultants (NHC) a été constituée en 1972 à titre de compagnie canadienne par un petit groupe de professeurs de l'université de l'Alberta. Depuis lors, elle est devenue une compagnie internationale, comptant environ 70 employés, dont environ 60 p. 100 sont des spécialistes; la compagnie a des bureaux au Canada, à Edmonton (Alberta) (le "siège social"), et à North Vancouver (Colombie-Britannique) ainsi qu'aux États-Unis, à Seattle, Washington, et à West Sacramento, en Californie. NHC est généralement connue en tant que firme d'ingénieurs-conseils se spécialisant dans le développement, la gestion et la protection des ressources en eau. Parmi ses champs de spécialité, mentionnons la simulation hydraulique, la simulation numérique, la potamotechnie, les études environnementales, l'hydrologie et la gestion des eaux pluviales.

[4] Les 17 projets ici en cause se rapportent à des études de maquettes hydrauliques effectuées au bureau de North Vancouver de NHC pour des firmes d'ingénieurs-conseils non canadiennes ou pour les services d'ingénierie de municipalités ou de services publics. L'objet des projets diffère, mais ils ont tous en commun la construction d'une maquette, généralement selon une échelle précise, qui reproduit la rivière, le barrage ou les autres ouvrages auxquels la conception se rapporte.

[5] Les avocats ont choisi les cinq projets suivants comme étant représentatifs :

1. Le projet hydroélectrique de Belleville (écluse et barrage). Ce projet se rapportait au développement d'une centrale électrique contiguë à l'écluse et au barrage existants.
2. L'étude de sédimentation de la rivière Schuylkill. Ce projet se rapportait à l'élaboration d'une conception visant à réduire les dépôts de sédiments devant un club d'aviron existant sur la rivière Schuylkill, à Philadelphie.
3. Le projet d'irrigation de l'East Rapti. Ce projet se rapportait à la mise au point d'une conception hydraulique d'un barrage de dérivation et de la prise d'eau nécessaires aux fins de l'approvisionnement en eaux d'irrigation.
4. La réparation du radier du barrage Walters. Ce projet exigeait la mise au point d'une conception visant à éliminer ou à réduire les dommages causés par l'eau au radier de béton du barrage.
5. Le barrage de dérivation de la rivière White. Ce projet comportait la modification de la conception d'un barrage de dérivation sur la White.

[6] Avant d'examiner chacun de ces projets plus à fond, j'énoncerai les lignes directrices que je me propose de suivre pour déterminer si les projets constituent de la RS & DE.

[7] En vertu de la *Loi de l'impôt sur le revenu*, la RS & DE a le sens qui lui est donné par règlement. L'article 2900 du *Règlement de l'impôt sur le revenu* se lit comme suit :

2900.(1) Pour l'application de la présente partie ainsi que des articles 37 et 37.1 de la *Loi*, " activités de recherche scientifique et de développement expérimental " s'entend d'une investigation ou recherche systématique d'ordre scientifique ou technologique, effectuée par voie d'expérimentation ou d'analyse, c'est-à-dire :

a) la recherche pure, à savoir les travaux entrepris pour l'avancement de la science sans aucune application pratique en vue;

b) la recherche appliquée, à savoir les travaux entrepris pour l'avancement de la science avec application pratique en vue;

c) le développement expérimental, à savoir les travaux entrepris dans l'intérêt du progrès technologique en vue de la création de nouveaux matériaux, dispositifs, produits ou procédés ou de l'amélioration, même légère de ceux qui existent;

d) les travaux relatifs à l'ingénierie, à la conception, à la recherche opérationnelle, à l'analyse mathématique, à la programmation informatique, à la collecte de données, aux essais et à la recherche psychologique, lorsque ces travaux sont proportionnels aux besoins des travaux visés aux alinéas a), b) ou c) et servent à les appuyer directement.

Ne constituent pas des activités de recherche scientifique et de développement expérimental les travaux relatifs aux activités suivantes :

e) l'étude du marché ou la promotion des ventes;

f) le contrôle de la qualité ou la mise à l'essai normale des matériaux, dispositifs, produits ou procédés;

g) la recherche dans les sciences sociales ou humaines;

h) la prospection, l'exploration ou le forage fait en vue de la découverte de minéraux, de pétrole ou de gaz naturel, ou la production de minéraux, de pétrole ou de gaz naturel;

i) la production commerciale d'un matériau, d'un dispositif ou d'un produit nouveau ou amélioré, ou l'utilisation commerciale d'un procédé nouveau ou amélioré;

j) les modifications de style;

k) la collecte normale de données.

[8] L'appelante se fonde en particulier sur l'alinéa c) de cette définition. L'alinéa c) de la version anglaise se lit comme suit :

c) experimental development, namely, work undertaken for the purposes of achieving technological advancement for the purposes of creating new, or improve existing, materials, devices, products or processes, including incremental improvements thereto, or

[9] Je cite cette disposition simplement parce que les mots " de l'amélioration, même légère, de ceux qui existent " de la version française semblent éclaircir toute ambiguïté à laquelle peuvent donner lieu les mots " *including incremental improvements thereto* " de la version anglaise.

[10] L'ajout de ces mots, en 1995, s'appliquant aux années d'imposition prenant fin après le 2 décembre 1992, semble découler du fait qu'on se préoccupait de ce que la réalisation ou les tentatives de réalisation de légères améliorations ne soient pas visées. Il me semble qu'il n'aurait pas été nécessaire de le dire. En général, la recherche scientifique comporte des progrès graduels et, de fait, infimes. Les réussites spectaculaires sont rares et ne constituent qu'une partie infime des résultats de la RS & DE au Canada.

[11] Les stimulants fiscaux accordés à ceux qui se livrent à la RS & DE visent à encourager la recherche scientifique au Canada (*Consoltex Inc. v. The Queen*, 97 DTC 724). Cela étant, la législation concernant pareils stimulants " s'interprète de la manière la plus équitable et la plus large qui soit compatible avec la réalisation de son objet " (article 12 de la *Loi d'interprétation*).

[12] La deuxième observation préliminaire qu'il convient de faire se rapporte à l'utilisation de la circulaire d'information 86-4R3, qui énonce les critères à appliquer pour déterminer si une activité est admissible à titre de RS & DE. En général, j'hésite à trop me fonder sur des bulletins d'interprétation et sur des circulaires d'information en tranchant des questions litigieuses en vertu de la *Loi de l'impôt sur le revenu*, et ce, parce que dans tout litige, il semble plutôt injuste pour un arbitre indépendant d'accorder trop d'importance aux règles élaborées par l'un des joueurs. Je reconnais qu'il arrive souvent que les bulletins d'interprétation et les

circulaires d'information énoncent des interprétations et des pratiques administratives qui sont avantageuses pour le contribuable et j'hésite à faire quoi que ce soit qui laisserait planer un doute sur ces interprétations et pratiques.

[13] Il existe une autre considération qui se rapporte expressément à la circulaire IC 86-4R3. Cette circulaire a été révisée un certain nombre de fois. M. J.R. Roberts était conseiller scientifique supérieur au ministère du Revenu national; il était titulaire d'un doctorat en chimie organique. Dans son témoignage fort utile et instructif, M. Roberts a décrit en détail l'évolution des lignes directrices gouvernementales à l'égard de la RS & DE, laquelle a abouti à la circulaire IC 86-4R3. C'était le résultat de longues consultations entre le gouvernement et la collectivité scientifique tant au sein de l'industrie que dans les universités. Cela représente un consensus général entre des personnes du secteur public et du secteur privé qui sont probablement touchées par l'interprétation des dispositions de la *Loi de l'impôt sur le revenu* concernant la RS & DE ou qui y ont un intérêt. Le processus démontre jusqu'à quel point le gouvernement est conscient des préoccupations des collectivités scientifique et commerciale dans ce domaine. De nombreuses observations ont été reçues de diverses organisations.

[14] Trois critères fondamentaux ont été examinés par les comités qui participaient au processus : l'incertitude scientifique ou technologique, le contenu scientifique ou technologique et le progrès scientifique ou technologique.

[15] Compte tenu des longues consultations et des titres impressionnants des personnes qui ont participé au processus, le document qui en a découlé, la circulaire IC 86-4R3, constitue généralement un guide utile et digne de foi.

[16] Je ne prétends pas avoir les mêmes connaissances technologiques que les personnes qui ont aidé à préparer la circulaire, ou que les témoins qui ont comparu devant moi, et notamment les experts fort compétents qui ont comparu pour le compte de l'appelante et pour le compte de l'intimée, mais j'aimerais énoncer brièvement ce qui, selon moi, constitue l'approche à suivre :

1. Existe-t-il un risque ou une incertitude technologique?

a) Lorsqu'on parle de " risque ou [d']incertitude technologique " dans ce contexte, on laisse implicitement entendre qu'il doit exister une incertitude quelconque qui ne peut pas être éliminée par les études techniques courantes ou par les procédures habituelles. Je ne parle pas du fait que dès qu'un problème est décelé, il peut exister un certain doute au sujet de la façon dont il sera réglé. Si la résolution du problème est raisonnablement prévisible à l'aide de la procédure habituelle ou des

études techniques courantes, il n'y a pas d'incertitude technologique telle que cette expression est utilisée dans ce contexte.

b) Qu'entend-on par " études techniques courantes "? C'est cette question (ainsi que celle qui se rapporte au progrès technologique) qui semble avoir divisé les experts plus que toute autre. En résumé, cela se rapporte aux techniques, aux procédures et aux données qui sont généralement accessibles aux spécialistes compétents dans le domaine.

2. La personne qui prétend se livrer à de la RS & DE a-t-elle formulé des hypothèses visant expressément à réduire ou à éliminer cette incertitude technologique? La chose comporte un processus à cinq étapes :

a) l'observation de l'objet du problème;

b) la formulation d'un objectif clair;

c) la détermination et la formulation de l'incertitude technologique;

d) la formulation d'une hypothèse ou d'hypothèses destinées à réduire ou à éliminer l'incertitude;

e) la vérification méthodique et systématique des hypothèses.

Il est important de reconnaître que, bien qu'une incertitude technologique doive être définie au départ, la détermination de nouvelles incertitudes technologiques au fur et à mesure que les recherches avancent et l'emploi de la méthode scientifique, et notamment l'intuition et la créativité, et parfois l'ingéniosité en découvrant, en reconnaissant et en mettant fin à de nouvelles incertitudes, font partie intégrante de la RS & DE.

3. Les procédures adoptées sont-elles conformes aux principes établis et aux principes objectifs de la méthode scientifique, définis par l'observation scientifique systématique, la mesure et l'expérimentation ainsi que la formulation, la vérification et la modification d'hypothèses?

a) Il est important de reconnaître que même si la méthodologie susmentionnée décrit les aspects essentiels de la RS & DE, la créativité intuitive et même l'ingéniosité peuvent avoir un rôle crucial dans le processus aux fins de la définition de la RS & DE. Toutefois, ces éléments doivent exister dans le cadre de la méthode scientifique dans son ensemble.

b) Ce qui peut sembler habituel et évident après coup ne l'était peut-être pas au début des travaux. Ce n'est pas uniquement l'adhésion à des pratiques systématiques qui distingue l'activité courante des méthodes nécessaires selon la définition de la RS & DE figurant à l'article 2900 du *Règlement*, mais l'adoption de la méthode scientifique décrite ci-dessus dans son ensemble, en vue d'éliminer une incertitude technologique au moyen de la formulation et de la vérification d'hypothèses innovatrices non vérifiées.

4. Le processus a-t-il abouti à un progrès technologique, c'est-à-dire à un progrès en ce qui concerne la compréhension générale?

a) Je veux dire par là quelque chose que les personnes qui s'y connaissent dans le domaine savent ou qu'elles peuvent de toute façon savoir. Je ne parle pas d'un élément de connaissance que quelqu'un, quelque part, peut connaître. La collectivité scientifique est étendue, et elle publie des documents dans de nombreuses langues. Un progrès technologique au Canada ne cesse pas d'être tel simplement parce qu'il existe une possibilité théorique qu'un chercheur, disons, en Chine, a peut-être fait le même progrès, mais que ses travaux ne sont généralement pas connus.

b) Le rejet, après l'essai d'une hypothèse, constitue néanmoins un progrès en ce sens qu'il élimine une hypothèse jusque là non vérifiée. Une bonne partie de la recherche scientifique vise justement à cela. Le fait que l'objectif initial n'est pas atteint n'invalide ni l'hypothèse qui a été émise ni les méthodes qui ont été employées. Au contraire, il est possible que l'échec même renforce le degré d'incertitude technologique.

5. La *Loi* et son règlement d'application ne le prévoient pas expressément, mais il semble évident qu'un compte rendu détaillé des hypothèses, des essais et des résultats, doit être fait, et ce, au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

#### Le projet hydroélectrique de Belleville (écluse et barrage)

[17] Ce projet appartenait au *Corps of Engineers* américain, qui l'exploitait. Il est situé sur la rivière Ohio, à Belleville, en Virginie Occidentale. La rivière était principalement utilisée aux fins de la navigation. Un promoteur privé a proposé la construction d'une centrale électrique sur la rive opposée de la rivière. On a eu recours aux services de l'appelante pour qu'elle évalue la conception initiale et au besoin pour qu'elle élabore des modifications destinées à améliorer le rendement. L'objectif était de réaliser une conception qui permettrait de construire et d'exploiter la centrale sans gêner la navigation. Le problème technologique et les hypothèses

formulées pour régler le problème sont énoncés dans le projet de rapport préparé par l'appelante (pièce A-1). Les objectifs de l'étude étaient les suivants (pages 4-5) :

[TRADUCTION]

### 1.3 Objectifs de l'étude

Trois séries d'essais ont été réalisées sur la maquette de navigation à l'échelle de 1/120. La première portait sur les préoccupations de l'ACOE au sujet des effets de la centrale projetée, pendant et après sa construction, sur les conditions existantes de navigation, de sédimentation, des niveaux d'eau, d'érosion et d'afflux. La deuxième série d'essais consistait à concevoir, en fonction des régimes hydrauliques d'amont et d'aval, des ouvrages à la fois rentables et hydrauliquement efficaces. La troisième série d'essais consistait à recueillir des données additionnelles sur la vitesse du cours d'eau, en vue de la construction d'installations de loisirs adaptées, en aval de la centrale.

Le programme d'essai pour la maquette de section transversale au 1/30 documentait le rendement hydraulique du canal d'approche vers la centrale projetée. On trouvera dans le rapport séparé intitulé " Powerhouse Performance " plus de détails sur le programme d'essai de la maquette au 1/30.

Les objectifs spécifiques de l'ACOE comprenaient ce qui suit :

.Déterminer le rendement de base de la configuration existante, y compris les conditions de navigation, les profils de la surface de l'eau et les paramètres de transport des sédiments près de la zone d'approche de l'écluse inférieure. En outre, documenter le champ de vitesses sur tout le parcours modélisé de la rivière, dans les approches des écluses, près des structures touchées et des rives adjacentes (maquette de navigation).

.S'assurer que le projet de centrale, dans un scénario de fonctionnement stable, n'ait pas d'effets nuisibles sur les conditions de navigation ou sur la vitesse de l'eau près des rives. Formuler les modifications requises afin d'éliminer toutes conditions nuisibles pendant et après la construction (maquette de navigation).

. Évaluer les effets des remous amont créés par les modifications projetées, pendant et après la construction, et concevoir des moyens permettant d'éliminer toutes conditions nuisibles (maquette de navigation).

. Étudier l'ampleur de l'afflux en amont et en aval (niveau et vitesse de l'eau)



provoquée par la mise en marche et l'arrêt de la centrale (maquette de navigation).

. Déterminer l'effet des travaux d'excavation ou d'élimination des sols sur place, sur les niveaux de l'eau et la répartition de l'écoulement en amont, et étudier les moyens requis pour éliminer les conditions nuisibles (maquette de navigation).

. Présenter une évaluation qualitative du déplacement des sédiments dans la zone d'approche de l'écluse inférieure, en fonction des conditions prévues pour la centrale projetée, et comparer ces données avec les conditions de base. Concevoir les modifications requises pour éliminer au besoin les conditions nuisibles (maquette de navigation).

. S'assurer que l'écoulement de l'eau au-dessus et autour de la centrale ne provoque pas d'érosion, ni ne menace l'intégrité du barrage existant (maquettes de navigation et de coupe transversale).

. Évaluer les aspects environnementaux du projet. Il s'agit notamment de déterminer les régimes de vitesse et d'écoulement produits par la centrale en aval de celle-ci (maquettes de navigation et de coupe transversale).

Outre les questions soulevées par l'ACOE, l'étude du modèle a servi à :

. Aider à l'établissement des installations récréatives en aval de la centrale projetée, compte tenu des renseignements fournis par les organismes appropriés responsables des ressources (maquette de navigation).

. Évaluer le rendement hydraulique des autres plans envisagés pour le canal d'entrée afin de réduire au minimum les conditions d'écoulement asymétriques qui pourraient nuire au bon fonctionnement de la centrale (maquettes de navigation et de coupe transversale).

. Évaluer le rendement hydraulique de diverses géométries pour le canal de fuite, afin de réduire au minimum les pertes de charge et les instabilités dans la canalisation d'aménée (maquettes de navigation et de coupe transversale).

[18] Le passage précité démontre-t-il une certaine incertitude technologique qui ne peut pas être dissipée au moyen d'études techniques courantes?

[19] L'objectif général était d'évaluer la conception initiale et d'effectuer des modifications garantissant que le projet hydroélectrique n'aurait pas de répercussions nuisibles sur la navigation et sur les niveaux d'eau en amont, ni n'accroîtrait l'écoulement des sédiments en aval du barrage. Un problème

additionnel était celui de la répartition des vitesses d'écoulement à l'entrée de la centrale.

[20] Je suis convaincu qu'il existait un risque technologique élevé. Je ne fonde pas cette conclusion sur l'observation pour le moins évidente selon laquelle le fait que le *Corps of Engineers* américain a retenu les services de l'appelante pour effectuer l'étude physique en soi montre le degré élevé de risque technologique. Il se peut que l'établissement d'un modèle physique pour les projets de ce genre constitue une exigence normale du *Corps of Engineers* américain. Toutefois, même s'il s'agit pour eux d'une procédure normale, l'existence même de la politique démontre probablement qu'un certain degré de risque technologique est inhérent à tous les projets de ce genre. Cela est peut-être implicitement reconnu au paragraphe 7.5 de la circulaire IC 86-4R3, où l'on dit ceci :

7.5 Dans les industries réglementées où des spécifications relatives au rendement, à l'enregistrement, à l'homologation ou à la sûreté du produit sont imposées ou généralement reconnues, les études requises pour y satisfaire constituent des activités admissibles.

[21] Toutefois, je préfère fonder ma propre conclusion sur le nombre d'incertitudes inhérentes au changement du régime d'écoulement que comporterait la construction du projet hydroélectrique et sur la vitesse du débit alimentant la centrale par suite de sa construction dans un encaissement profond sur la rive, de l'autre côté des écluses.

[22] Compte tenu du témoignage de l'ingénieur chargé du projet de l'appelante, M. Hughes, je ne crois pas que les études techniques courantes permettraient de traiter des variables et des incertitudes inhérentes à la perturbation et au détournement majeurs du débit de la rivière en raison de la construction. Il fallait deux maquettes. Un problème qui est apparu était que le régime d'écoulement résultant de la conception initiale aurait eu un effet défavorable sur la navigation en aval. Par conséquent, le canal de fuite a été réaligné de façon à éviter le problème que posait la conception initiale et le canal d'approche a été réaligné. Il serait facile de dire, après coup, que ces solutions sont évidentes et ordinaires. Cependant, ce n'est pas le cas. Il a fallu un certain nombre d'expériences méthodiques et systématiques et de modifications progressives pour répondre à des problèmes imprévisibles.

[23] À mon avis, ce projet satisfait à tous les critères énoncés à l'article 2900 du *Règlement* et dans la circulaire IC 86-4R3 ainsi qu'aux critères susmentionnés. Le résultat constituait un progrès technologique, en ce qui concerne ce problème

particulier d'hydraulique technique, qui comportait la juxtaposition d'une écluse et d'un barrage sur une rivière navigable ainsi qu'une centrale hydroélectrique. Je crois qu'il est beaucoup trop simple de dire que l'appelante appliquait simplement la technologie qu'elle avait apprise en travaillant à des projets similaires. Chaque rivière est différente et chaque projet de ce genre apporte quelque chose à l'ensemble des connaissances.

[24] Je conclurais simplement mon examen de ce projet en citant le témoignage de M. Hughes:

[TRADUCTION]

Q. Existait-il une nouvelle connaissance que le personnel de NHC a acquise par suite de ce projet, du fait qu'il avait travaillé à ce projet particulier?

R. Ce projet, comme presque tout projet, nous a appris quelque chose. Ainsi, dans certains des projets antérieurs se rapportant à des écluses et à des barrages, nous avons utilisé un genre différent de dispositif pour aider à répartir ce débit. Dans ce cas-ci, nous avons élaboré un dispositif dans ce sens, que nous n'avions pas utilisé auparavant. Au début de nos essais de mise au point, nous avons essayé de nous fonder sur les connaissances acquises dans le cadre de projets antérieurs et de les appliquer dans ce cas-ci. Cela ne s'est pas avéré aussi avantageux que dans les cas antérieurs, de sorte que nous avons effectué certaines autres modifications. Dans ce cas-ci, ce dispositif a pu répondre aux objectifs.

#### L'étude de sédimentation de la Schuylkill

[25] Cette étude a été effectuée par l'appelante pour la ville de Philadelphie. Le problème était que la Schuylkill, qui passait devant le Boathouse Row, un club d'aviron, déposait des sédiments devant le club. Au fur et à mesure que la rivière coulait le long de la courbe immédiatement en amont du club, l'eau de surface coulait à peu près uniformément, en suivant les contours de la rive droite de la rivière et en passant par-dessus un barrage, en aval à droite. L'eau qui était près du lit de la rivière tourbillonnait et se dirigeait à gauche vers le club d'aviron, qui était situé sur la rive de la rivière dans une échancrure ou dans un enfoncement sur la rive gauche, soit un genre de baie ou peut-être plus exactement une anse. L'eau qui était dans l'anse était à peu près stagnante. L'eau sous la surface dans le courant de la rivière qui tourbillonne après avoir dépassé la courbe coule beaucoup plus lentement, de sorte que les sédiments en suspension qui étaient transportés tant que la rivière coulait rapidement tombent sur le lit à cause du tourbillonnement plus lent de l'eau sous la surface et se déposent devant le club, rendant ainsi

l'accès difficile ou impossible.

[26] La caractéristique particulière du courant autour d'une courbe dans une rivière, la formation d'un tourbillon et les différentes vitesses de l'eau à la surface et sous la surface étaient bien connues dans la profession.

[27] Le problème consistait à élaborer une solution qui éliminerait le dépôt des sédiments devant le club. Il a été décidé que la meilleure façon de le faire était de construire une maquette.

[28] Une solution évidente consistait à effectuer des travaux de dragage. Cette solution était considérée comme coûteuse et temporaire. D'autres solutions consistaient à construire des murs guide-eau — des épis ou des enrochements près du rivage — pour intercepter le débit ou à construire un mur de séparation parallèle à la rive de façon à créer un affouillement et à empêcher les sédiments d'atteindre le secteur.

[29] L'idée des murs guide-eau a été rejetée à cause du degré de la courbe et de la vitesse du courant. Il aurait fallu que pareilles structures soient très grosses.

[30] La création d'une séparation dans la rivière au moyen d'un mur parallèle était l'idée la plus prometteuse. Il y avait trois solutions :

a) Le concept de chasse, comportant un mur de séparation parallèle qui augmenterait la vitesse.

b) Le concept du bassin stagnant, comportant la construction d'un long mur qui isolerait en fait le secteur devant le club. L'idée a été rejetée pour des raisons de sécurité et d'esthétique. Un gros mur au milieu d'une rivière devant un club d'aviron est loin d'être attrayant.

c) Le prolongement de la péninsule. Essentiellement, cela comportait le prolongement de la péninsule existante, ce qui combinait les aspects — et les résultats — des deux autres idées, soit l'isolement du secteur et l'annulation de l'effet de tourbillon en faisant dévier le débit principal et en augmentant la vitesse.

[31] Je ne crois pas que ce projet satisfasse aux critères de la RS & DE. Il y avait sans doute un certain degré d'incertitude au sujet de la meilleure façon de régler le problème et il y avait également de l'expérimentation méthodique. Toutefois, les solutions qui ont été mises à l'essai et celle qui a finalement été adoptée faisaient bien partie des techniques d'ingénierie reconnues. Je ne veux pas minimiser la compétence en matière d'ingénierie qu'on a utilisée pour trouver une réponse au

problème, mais il n'y avait rien de particulièrement innovateur. De toute évidence, on se serait rendu compte tôt ou tard qu'en utilisant les techniques établies une solution serait trouvée.

### Le projet d'irrigation de l'East Rapti

[32] L'East Rapti est située au Népal. L'objectif était de mettre au point la conception hydraulique d'un barrage de dérivation et de prise d'eau aux fins de l'approvisionnement en eau d'irrigation.

[33] À mon avis, il s'agissait d'un projet fort compliqué. La rivière a 1 800 mètres de large et transporte de grosses quantités de sédiments. Le canal est " anastomosé ", c'est-à-dire qu'il est composé d'un certain nombre de canaux. La berge de la rivière a tendance à s'éroder et est fort instable. En outre, la pente est raide, de sorte que la vitesse de l'eau est particulièrement élevée.

[34] Il s'agissait de maintenir un canal à faible débit près de la prise d'eau pendant la saison sèche, de façon à empêcher les sédiments d'entrer dans la prise d'eau et à réduire l'affouillement aval (c'est-à-dire l'érosion des matériaux résultant de la vitesse élevée).

[35] À cette fin, trois maquettes étaient nécessaires :

- a) une maquette de la rivière; à cette fin, il fallait déformer l'échelle;
- b) une maquette de prise d'eau;
- c) une maquette du bassin de décantation.

[36] De plus, il a fallu calculer la géométrie des digues guide-eau et des éperons en amont, ainsi que l'alignement de la structure de prise d'eau. Il a fallu accroître la capacité du puits et ajouter un mur de séparation des écoulements. Enfin, il a fallu mettre au point un dispositif de protection contre l'affouillement en aval et modifier un bassin de décantation afin d'améliorer la chasse.

[37] De tous les projets décrits, il me semble que celui-ci était celui qui au départ comportait le plus haut degré d'incertitude technologique. Chaque caractéristique considérée isolément et à elle seule aurait sans aucun doute suscité des problèmes. Ensemble, le problème s'amplifiait.

[38] Il semble clair que les problèmes qui se posaient n'auraient pas pu être réglés au moyen des études techniques courantes ou habituelles. Le rapport final

démontre les nombreux tests qui ont été effectués. En fin de compte, le projet n'a pas permis d'atteindre les objectifs visés. J'énonce les conclusions énumérées dans le rapport final. Il sera évident que les essais ont été plus ou moins fructueux. Un grand nombre d'hypothèses mises à l'essai ont été rejetées. Cela démontre, comme je l'ai déjà dit, que le progrès technologique n'est pas toujours nécessairement fructueux :

[TRADUCTION]

## 10. CONCLUSIONS

Voici les conclusions portant sur la série d'essais réalisée sur les maquettes établies pour la rivière East Rapti :

### Essais de base

- \* Les essais de base réalisés avant l'installation du déversoir ont permis de bien simuler une rivière anastomosée.
- \* Les débits élevés ont érodé le réseau de canaux étroits et incisés produits par l'écoulement à faible débit.

### Ouvrages guide-eau en amont

- \* Les essais effectués après l'installation du déversoir ont indiqué que les ouvrages guide-eau du côté gauche, en amont, étaient requis pour protéger contre l'érosion le guide-eau juste en amont du déversoir, prévenir l'érosion de la rive gauche (Chitwan Park) et canaliser l'écoulement d'approche vers la prise d'eau.
- \* On a conçu un dispositif guide-eau en amont composé de trois éléments de digue ouverts, plus des digues à éperon en T, en amont et en aval des sections de digue ouvertes. Le dispositif guide-eau assurait la protection requise, canalisait les eaux à faible écoulement vers la prise d'eau, et permettait de préserver la zone marécageuse à l'arrière de la digue. Ce système a bien fonctionné, mais la configuration à trois éperons s'est également avérée appropriée. Il reviendra aux concepteurs du projet de choisir la configuration finale. On recommande au moins deux éperons si les fonds limités ne permettent pas de construire les dispositifs testés.

### Canal à faible écoulement

- \* Des bancs de sable se sont accumulés dans le canal d'approche d'une largeur de

400 mètres, pendant les inondations qui ont isolé la prise d'eau, en périodes de faible écoulement. On a réalisé une série de tests à l'aide de plusieurs guide-eau intérieurs et immergés, afin de créer un canal à faible écoulement. Un guide-eau d'une hauteur d'un mètre, formant un canal dont la largeur est le quart de celle du déversoir, a donné des résultats acceptables. Comme cette technique du guide-eau intérieur concentre les écoulements et accroît le niveau de l'eau en amont, on a décidé d'étudier plus à fond un dispositif utilisant des vannes d'évacuation.

\* Un dispositif modifié, composé de deux évacuateurs, avec vannes de 20 m de largeur et d'un pertuis inférieur de 20 m, s'est avéré efficace pour produire un canal à faible écoulement vers l'entrée. On y est parvenu essentiellement en ouvrant les vannes du déversoir et en fermant le pertuis inférieur.

\* L'utilisation d'un guide-eau du côté droit, et de plus grand rayon, améliore les conditions d'écoulement.

#### Dégradation en aval

\* Des essais poussés sur le déversoir ont indiqué que la dégradation en aval de celui-ci se produira dans les quelques années suivant la construction du projet, à mesure que la charge de fond transportée par la rivière Rapti sera emprisonnée derrière le déversoir, et que les eaux libres de sédiments s'écouleront en aval. Cette dégradation se traduit par une réduction du niveau de la surface de l'eau d'environ 1,5 m.

#### Alluvionnement en amont et niveaux de l'eau

\* Dans le modèle, on a exagéré l'alluvionnement en amont du déversoir, ce qui a indiqué que les niveaux de l'eau loin en amont de celui-ci étaient assez élevés. Les niveaux de l'eau mesurés en amont près du déversoir correspondaient bien aux niveaux calculés selon l'hypothèse que le déversoir fonctionne, d'un point de vue hydraulique, comme un déversoir à seuil épais. La différence entre les niveaux calculés et les niveaux mesurés, à 1 800 m en amont du déversoir et pour un débit de  $2\,250\text{ m}^3/\text{s}$ , était de 1,7 m.

#### Vitesses d'écoulement à proximité des digues

\* Les vitesses mesurées près de l'extrémité aval de la digue à éperon en T, en aval, atteignaient 6,9 m/s pour  $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ , et, près de l'extrémité aval de la digue existante en aval du déversoir, elle atteignait 7,7 m/s. Des ouvrages de protection

contre ces vitesses élevées seront requis.

### Rendement de la prise d'eau du canal

\* Des essais effectués sur les prises d'eau orientées à 140 et 90 degrés ont indiqué que la répartition de l'écoulement était plus uniforme à une orientation de 90 degrés, bien que l'on ait constaté que pour ces deux orientations, il y avait plus d'eau qui entrait par le côté gauche de la prise d'eau. L'entrée à 90 degrés a été retenue dans le plan final.

\* Bien que l'on ait étudié, pour ces deux orientations, le dépôt des charges de fond, nous traiterons ici seulement des résultats pour l'entrée à 90 degrés. Lorsque les vannes du déversoir et du pertuis inférieur étaient ouvertes de 0,5 m, les conditions d'écoulement étaient telles qu'une quantité considérable de charge de fond entrait dans les ouvrages de dérivation du canal. Lorsque les vannes du déversoir étaient ouvertes de 1 m et que le pertuis inférieur était fermé, les conditions d'écoulement donnaient lieu également à des dépôts considérables dans la zone des ouvrages de dérivation.

\* L'ajout d'un mur de séparation d'une longueur de 40 m, qui se prolongeait au-dessus de la surface de l'eau, empêchait efficacement l'entrée des charges de fond dans la zone des ouvrages de dérivation du canal, lorsque les vannes du déversoir étaient ouvertes de 1 m et que le pertuis inférieur était fermé. Lorsque l'on stoppait l'écoulement dans le canal, on empêchait davantage l'entrée des charges de fond dans la zone des ouvrages de dérivation.

\* Les essais de chasse réalisés lorsque le pertuis inférieur était entièrement ouvert ont indiqué qu'en présence d'un mur de séparation, la chasse était beaucoup plus efficace qu'en l'absence d'un tel mur.

### Passage des billes de bois

\* On a effectué des essais relatifs au passage des billes de bois, en supposant que l'accumulation de billes dans la poche en amont du pertuis inférieur devrait être réduite au minimum. À cette fin, il s'agissait de fermer autant que possible le pertuis inférieur, tout en faisant fonctionner le déversoir. Ainsi, les billes de bois s'accumulaient en amont du déversoir, mais l'accumulation était minimale dans la poche.

\* Il était possible d'évacuer les billes de 20 m de longueur en ouvrant complètement les vannes (déversoir ou pertuis inférieur). Par contre, les billes de plus de 30 m de longueur restaient souvent coincées.



\* On a testé plusieurs murs de dérivation des billes, afin de trouver le meilleur moyen de les endiguer vers le déversoir. Le meilleur dispositif s'est avéré être un mur rasant massif, qui laissait passer l'eau par en-dessous et éloignait les billes de la poche.

\* Si on éliminait tout écoulement dans le canal et si on arrêta l'écoulement par le pertuis inférieur, on obtenait des conditions plus favorables pour éloigner les billes de la poche.

### Crête

\* La forme de la crête du déversoir assure des conditions d'écoulement lisse. Des essais réalisés avec une crête simplifiée, pour les sections des vannes, ont indiqué que lorsque l'écoulement était plus élevé, il avait tendance à se fractionner et à devenir quelque peu instable. On a éliminé ces conditions pour le pertuis inférieur en adoptant une forme curviligne.

### Bassins d'amortissement en aval du déversoir

\* On a fait l'essai de quatre types de bassins d'amortissement en aval du déversoir : les types 3 et 4 étaient à des niveaux de 224,7 m et 226,7 m. Les deux bassins les plus élevés produisaient des niveaux d'eau en aval qui étaient beaucoup plus élevés que le niveau de l'eau de fuite. Cela se traduisait par des conditions d'affouillement en aval, car la baisse du niveau d'eau produisait des vitesses élevées. Le bassin du type 3, à un niveau de 224.7 m, a été adopté dans le plan final.

\* Le type de bassin choisi a fait l'objet d'essais, avec et sans accumulation de pierres dans le bassin d'amortissement. La présence de pierres se traduisait par une montée d'eau additionnelle au-dessus des blocs du radier pour les niveaux les plus élevés, et un tourbillon vertical exagéré qui avait tendance à ramener les pierres devant le déversoir, où elles peuvent accélérer l'érosion du béton. Toutefois, ces pierres seront en grande partie emportées aux débits plus élevés.

### Bassin d'amortissement et radiers de mise à flot en aval des vannes

\* Les bassins d'amortissement et les radiers de mise à flot ont fait l'objet d'essais en aval des sections avec vannes. Pour les radiers de mise à flot, on a fait des essais en position horizontale et en position inclinée. On a mesuré la vitesse et le niveau de l'eau. Lorsque le radier de mise à flot est incliné, il réduit ou élimine la baisse du niveau de l'eau, entre le radier et la rivière, notamment pour des conditions dégradées. Un concept de radier de mise à flot est proposé pour le plan

final.

### Bassin de décantation

\* Les régimes d'écoulement d'approche, en direction du bassin de décantation, semblent satisfaisants, car la section de transition en amont étale adéquatement les vitesses d'écoulement, de sorte que tous les segments du bassin sont utilisés efficacement. L'eau s'écoule plus lentement le long du mur latéral de dérivation, et on pourrait améliorer les conditions en arrondissant le coin amont de la section de transition. Le dépôt dans le bassin était assez bien réparti entre les différents segments du bassin.

\* Dans le scénario des quatre canaux, la chasse était inefficace, car la capacité insuffisante des canaux en aval se traduisait par un écoulement subcritique dans la majeure partie de la section aval du bassin. Ce scénario fonctionnerait bien si l'on accroissait la capacité aval.

\* Dans le scénario à un seul canal, qui prévoit que les orifices de chasse ont la même pente que le bassin, soit 1/100, la chasse était insatisfaisante, car il se produisait un ressaut hydraulique dans le bassin. On a fait des essais avec des baisses de niveaux de 20, 30 et 45 cm au travers des orifices. On a maintenu un écoulement critique au travers des entrées, et donc une chasse efficace, avec des débits de 2 à 6 m<sup>3</sup>/s pour les trois baisses de niveau testées.

### Éjecteur de sédiments

\* Les essais réalisés avec l'éjecteur de sédiments ont indiqué que celui-ci éliminait efficacement les sédiments du lit aux débits de 6 et 8 m<sup>3</sup>/s. L'emplacement et la taille de l'éjecteur peuvent nécessiter des études additionnelles, car on ne les retrouve pas dans les recommandations publiées. L'éjecteur pourrait être plus efficace s'il était précédé d'un long tronçon amont rectiligne, afin d'obtenir un flot uniforme. Les recommandations laissent à entendre que l'écoulement éjecté serait limité à environ 25 % du débit du canal.

[39] Le progrès qui a été fait a été résumé par M. Babb :

[TRADUCTION]

Q. Par suite de ce projet, y a-t-il eu des innovations ou des améliorations qui ont été portées à votre connaissance dans le domaine de l'hydraulique technique?

R. Bien, ce concept de mur de séparation n'est pas nouveau, mais il s'agit d'une application entièrement différente, car cette rivière est très anastomosée, et je crois que les travaux de développement ici portaient sur la forme des ouvrages de prise d'eau, l'alignement, la longueur et la hauteur du mur, combiné aux vannes utilisées. De plus, la mise au point de méthodes permettant de maintenir ce canal à faible écoulement pour la prise d'eau, dans cette rivière très chargée de sédiments, constitue un progrès.

Q. Vous avez parlé de puits ou de ce que vous avez appelé, je crois des vannes, pour les prises d'eau.

R. Oui.

Q. Je suppose qu'il s'agit de cette photo, Monsieur le juge. Où étaient-elles situées? Existe-t-il une théorie technique sur le positionnement de ces vannes?

R. Oui, il y en a. Et comme l'eau qui s'écoule ne tourne pas les coins carré, pourrait-on dire, et s'il n'y a aucune vanne pour faciliter les choses, il se peut que la moitié seulement de votre zone de prise d'eau soit perturbée. En d'autres termes, les eaux qui s'écoulent vers l'aval occupent peut-être seulement la moitié de cette ouverture. Tandis que si vous faites s'écouler l'eau dans plusieurs petits canaux, et que le nez de la vanne est élevé là où il peut intercepter les eaux entrantes, vous trouvez effectivement à avoir de nombreux petits canaux, ce qui peut former cette zone séparée dans chaque petit canal. Mais dans l'ensemble, c'est un moyen beaucoup plus efficace et réparti sur toute la largeur de l'entrée.

Q. Ces conceptions auraient-elles pu être réalisées en ayant simplement recours à des manuels?

R. Non, vous ne trouveriez pas cela dans un manuel. Cependant, il existe des guides techniques et l'on y fait certainement des suggestions et ces suggestions ont été utilisées dans la conception initiale. Cependant, il n'y a pas assez de renseignements dans ces manuels non plus, à mon avis, pour mettre au point une conception efficace de ce genre.

Q. Vous parlez de " guides techniques "? Qu'entendez-vous par là?

R. Eh bien, c'est comme un livre ou un manuel qui renferme peut-être un certain nombre d'études de cas qui peuvent être utilisées, certaines théories fondamentales et peut-être des exemples de conceptions. Et si cela correspond à votre application particulière et si une maquette a déjà été mise à l'essai ou construite dans le domaine de sorte qu'il est possible de voir comment elle

fonctionne, et si l'on construit exactement la même structure, il n'est pas nécessaire d'avoir une maquette. Cependant, si l'on fait les choses différemment ou dans un milieu différent, alors il faut la maquette.

Q. Le bassin de sédimentation, vous avez dit que ce plan vous avait été fourni par une firme japonaise?

R. Oui, ils avaient un plan de bassin de sédimentation courant de sorte que nous l'avons adopté.

Q. Saviez-vous au préalable si cela allait fonctionner?

R. Non, je ne le savais pas.

Q. Que prévoyiez-vous?

R. Je prévoyais que, lorsque les vannes étaient ouvertes, le niveau d'eau baisserait et que tous les sédiments retourneraient dans la rivière.

Q. Et en fait ce n'est pas ce qui s'est passé, n'est-ce pas?

R. Non.

Q. Cela a échoué, dans ce projet, n'est-ce pas?

R. Eh bien, on ne l'a pas construit de cette façon. C'était simplement prévu dans la maquette et cela n'a pas fonctionné.

Q. C'est ce que je veux dire.

R. Oui, d'accord.

Q. La maquette n'a pas permis d'atteindre le but visé?

R. C'est exact.

[40] À mon avis, le projet d'irrigation de l'East Rapti satisfait à tous les critères de la RS & DE. La myriade d'incertitudes technologiques est évidente. Il est clair que ces incertitudes ne pourraient pas être éliminées au moyen d'études techniques courantes. De fait, malgré les excellentes compétences de l'appelante dans le domaine, un certain nombre de problèmes n'ont pas pu être réglés. La vérification méthodique d'hypothèses ressort des rapports détaillés qui ont été soumis. Les progrès technologiques ont été examinés par M. Babb tant dans le témoignage

qu'il a présenté de vive voix que dans les conclusions qui sont reproduites ci-dessus. Je n'ai pas reproduit de passages de la pièce R-7, se rapportant à la conception hydraulique et aux spécifications concernant les essais de la maquette pour les ouvrages de dérivation. Toutefois, cela montre, dans la liste des objectifs, encore plus que le rapport final et le témoignage de M. Babb, le degré élevé de risque et d'incertitude inhérents au projet.

[41] Ce projet est clairement admissible à titre de RS & DE.

#### La réparation du radier du barrage Walters

[42] À cet égard, les services de l'appelante ont été retenus par Carolina Power & Light Company. Le barrage Walters est un barrage-voûte avec 14 pertuis. L'eau s'écoule au-dessus d'une courte crête, sur le dessus, au travers des vannes, et fait une chute de 180 pieds dans un bassin de béton. Pendant les périodes de crue, lorsque de grosses quantités d'eau passent par-dessus le barrage, le radier de béton sur lequel l'eau tombe s'endommage.

[43] Le barrage a été construit en 1930 et les dommages que l'eau a causés en tombant ont été réparés en 1972 et en 1990. M. Babb et Hank Falvey, de NHC, ont inspecté le barrage le 6 décembre 1990 et ont écrit à Carolina Power & Light Company le 15 janvier 1991 pour énoncer le problème :

[TRADUCTION]

#### Analyse des défaillances

Le compte-rendu ci-joint décrit les mécanismes suivants qui provoquent les dommages :

. En raison de la pression élevée créée par l'impact d'une chute d'eau de 180 pieds sur le radier en béton, l'eau s'immisce sous le radier, tant par les trous de coulis ouverts que par les joints de construction.

.Une large fissure court sur la périphérie de la partie soulevée originale, laquelle a un diamètre approximatif de 40 pieds, soulèvement qui s'est produit à la suite de contraintes de cisaillement excessives.

.La fissure a été produite par des forces de soulèvement verticales qui étaient supérieures à la force de résistance du béton, au poids de la dalle du béton et à la force d'impact de l'eau.

.Soit que le soulèvement ait décollé le radier de la fondation, ou que la nouvelle dalle-radier se soit décollée de la dalle-radier originale, en dessous. Cela s'est traduit par le soulèvement des dalles à l'extrémité aval du radier, la force de soulèvement ayant été transmise d'une dalle à l'autre par l'intermédiaire des tiges d'armature en acier.

. On a estimé que la pression moyenne requise pour produire ce soulèvement est égale à un peu plus de la moitié de la pression du réservoir.

[44] Le 25 janvier 1991, la cliente a écrit à NHC pour énoncer les objectifs de l'étude sur maquette :

[TRADUCTION]

En réponse à votre lettre du 15 janvier 1991, nous vous écrivons pour mettre au point les objectifs de l'étude sur maquette. Voici les principaux objectifs :

1. Reproduire les conditions qui ont causé l'endommagement du radier.
2. Déterminer les pressions de soulèvement maximales.
3. Déterminer les conditions combinées d'écoulement de l'eau et (ou) d'ouverture des vannes qui produisent une pression de soulèvement maximale.
4. Documenter si le soulèvement maximal est un phénomène transitoire.

Un objectif secondaire de l'étude était de documenter l'effet d'un bassin de plongée. Bien que cette méthode offre la possibilité de réduire les forces de soulèvement exercées sur la dalle-radier, la conception et la construction d'un déversoir en aval ne sont probablement pas justifiées, par rapport à la mise en place d'une dalle ancrée.

[45] On a construit une maquette à l'échelle de 1/40.

[46] On a d'abord songé à construire des murs de séparation à segments, dont le but et l'effet étaient de simuler l'effet obtenu si toutes les vannes étaient ouvertes en même temps, de sorte que le jet d'eau qui tombait était dévié.

[47] On a ensuite simplement songé à changer la séquence des vannes, ou à faire passer l'eau par un plus grand nombre de vannes. Essentiellement, cette solution visait à dissiper l'eau qui tombait sur le béton.

[48] D'autres solutions consistaient à refaçonner le radier et à sceller les joints du

radier. L'idée de réparer le radier lui-même est loin d'être innovatrice. Les réparations vont inévitablement de pair avec le dommage causé. La solution proposée allait plus loin que de simples travaux de réparation. Elle comportait non seulement la construction de couches de béton d'une épaisseur de quatre pieds, mais aussi d'une grosse masse de béton que les pressions exercées par en-dessous ne pourraient pas déplacer.

[49] Il existait clairement une incertitude technologique que les études techniques courantes ne pouvaient pas éliminer. Des hypothèses ingénieuses et innovatrices ont été vérifiées méthodiquement et un progrès technologique a été accompli en ce qui concerne la compréhension de l'effet du jet d'eau qui tombait et de la répartition du débit découlant du changement de la séquence d'ouverture des vannes ainsi qu'au moyen du mur de séparation.

[50] Le progrès technologique n'était pas spectaculaire mais, comme je l'ai ci-dessus fait observer, une solution qui pouvait sembler ordinaire comportait après coup des hypothèses innovatrices ainsi qu'énormément d'expérimentation.

[51] Je crois que ce projet est admissible à titre de RS & DE, même s'il ne s'agit pas d'un cas particulièrement évident.

#### Le barrage de dérivation de la White

[52] À mon avis, ce projet est comparable au projet concernant la Rapti ou se classe juste après en ce qui concerne l'incertitude et la difficulté technologiques.

[53] Le barrage de dérivation de la White a été construit en 1910. Il appartient à Puget Sound Power and Light Co. Une firme d'ingénieurs, HDR Engineering Inc., de Bellevue, Washington, a retenu les services de NHC.

[54] Ce barrage a été construit pour faire dériver le cours de la rivière vers une prise d'eau, qui mène à un canal usinier, pour la production d'énergie hydroélectrique. M. Babb a décrit comme suit l'utilité de ce barrage :

#### [TRADUCTION]

R. Il s'agit d'abord de s'assurer que les matériaux du lit de la rivière (ici encore, du sable et du gravier) sont tenus à l'écart de la prise d'eau, et d'établir des courants favorables qui attirent le poisson vers ces prises.

Q. Quelles étaient les phases de mise au point en ce qui concerne ce projet?

R. Selon la conception initiale, le travail était principalement effectué par HDR, qui a contribué à la conception initiale mise à l'essai dans la maquette. Une fois que la maquette a été jugée nécessaire, les étapes visaient essentiellement à vérifier la maquette pour voir si elle reproduisait les conditions observées dans cette structure déjà construite. Puis, il s'agissait de mettre à l'essai la conception initiale. Troisièmement, il fallait — si la conception ne permettait pas d'atteindre les objectifs voulus, il s'agissait de mettre au point cette conception, et quatrièmement, il fallait documenter la conception qui a finalement été adoptée par rapport à des débits différents, ce qui comportait également l'établissement d'une certaine séquence d'ouverture des vannes.

[55] Il importe de noter que HDR Engineering Inc., qui est elle-même une grosse firme d'ingénierie se spécialisant notamment dans l'hydraulique technique, a retenu les services de l'appelante.

[56] Dans la pièce A-12, un certain nombre de solutions de rechange sont envisagées par l'appelante pour les maquettes. Cette pièce décrit les problèmes opérationnels que le projet visait à corriger.

[TRADUCTION]

## **PROBLÈMES OPÉRATIONNELS**

On peut résumer comme suit les problèmes opérationnels auxquels ce projet doit apporter des correctifs :

. Régulation du niveau de l'eau en amont du barrage de dérivation, pour une large plage de débits d'évacuation. Le barrage existant consiste en une structure à caissons en bois, avec des planches d'exhaussement de crête de 7 pieds de hauteur, qui règlent le niveau de l'eau pendant les période d'écoulement normal, mais qui peuvent être enlevées pendant les périodes de débit élevé, sinon elles seraient emportées par le courant. Ces planches doivent être remplacées par des vannes opérationnelles d'un type ou l'autre.

. Les vannes à glissières dans la structure de prise d'eau sont vieilles et doivent être remises à neuf ou remplacées au besoin, afin de soutenir l'ensemble de l'ouvrage.

. La rivière charrie une importante charge de fond composée de sable, de gravier et de cailloux qui s'amassent en amont du barrage de dérivation. Cette charge entre dans la prise d'eau et s'y dépose, ce qui nuit au fonctionnement des vannes de prise d'eau et obstrue l'écoulement des eaux. Selon les échantillons prélevés dans



le lit bien en dessous de tout ouvrage d'armature, ces matériaux sont composés à environ 75 % de gravier, 20 % de sable et 5 % de matières fines. La granulométrie moyenne de la fraction gravier est d'environ 80 mm. Le plus gros morceau de gravier échantillonné faisait environ 100 mm.

. La rivière charrie également une importante quantité de sable en suspension, qui traverse les prises d'eau avec l'eau s'écoulant dans le réservoir de régularisation du lac Tapps. Ce sable se dépose dans des bassins intermédiaires, et il en est retiré périodiquement.

.La rivière charrie également d'importantes quantités de débris flottants qui s'accumulent à l'avant de la prise d'eau, ou qui y pénètrent, nuisant ainsi au bon fonctionnement du barrage.

. Les digues existantes qui protègent les parties aménagées sur la rive droite de la rivière, contre les débris flottants pendant les périodes de débits élevés, doivent être surélevées, réaménagées et protégées contre l'érosion par les crues.

. Le nouveau plan ne doit nullement entraver la bonne marche des installations piscicoles, à hauteur du barrage de dérivation, sur les deux rives. Ces installations comprennent une station de piégeage du poisson sur la rive gauche, qui est exploitée par le *Corps of Engineers* (on y recueille des poissons migrants en amont et on les transporte au-delà du réservoir Mud Mountain), ainsi qu'une écloserie sur la rive droite, exploitée par la tribu indienne Muckleshoot. De plus, les organismes responsables des pêches ont imposé des restrictions opérationnelles aux activités de dérivation, notamment en ce qui concerne :

. les débits minimaux d'évacuation; et

. la vitesse des changements de débit;

et peuvent imposer des restrictions opérationnelles touchant les rejets de sédiments.

. L'exploitation du barrage nécessite la présence d'un préposé 24 heures sur 24. L'installation est censée être automatisée.

[57] La partie précitée du rapport représente la définition et l'énoncé de l'incertitude technologique.

[58] Le passage suivant énonce les hypothèses que le programme d'essai était destiné à permettre de vérifier :

[TRADUCTION]

## OPTIONS RELATIVES AU PROJET

HDR a défini cinq options, en ce qui concerne la conception du projet. Le nombre d'options ou certains aspects de chaque option pourraient être modifiés avant ou pendant la réalisation du programme de simulation sur maquette. Trois options sont à l'étude en ce qui concerne l'investigation relative à la simulation sur maquette. Il s'agit notamment de la modification de la prise d'eau qui a été incluse dans la demande de permis de FERC et qui peut être décrite comme suit :

.la prise d'eau a été déplacée d'environ 30 pieds vers la rivière;

.installation d'une barrière à débris ajourée (remplaçable par des batardeaux) à l'entrée;

.mur d'amont en surplomb et immergé, à l'entrée de la prise d'eau;

.plate-forme de prise d'eau en porte-à-faux, afin de former une barrière retenant les sédiments charriés par la rivière;

.deux vannes à glissière remplacées par une vanne à segments de plus grande dimension.

D'autres aspects envisagés comprennent une estacade et une barrière empêchant les bateaux de passer. Ces options comprennent toutes également de nouvelles structures en béton dans lesquelles les vannes sont disposées de diverses façons. Elles diffèrent uniquement en ce qui concerne la disposition des vannes et des déversoirs dans le barrage. Ces options peuvent être décrites comme suit :

**Option I** - Cette option comprend des pertuis formés par des vannes à segments, et une crête en doucine libre, disposées comme suit, de la gauche vers la droite du barrage :

. 3 pertuis, chacun d'une longueur de 50 pieds, avec radier au niveau de 660 pieds, commandés par des vannes à segments de 11 pieds de hauteur, reposant sur un seuil au niveau de 660,5 pieds. Ces pertuis seraient séparés en amont et en aval par des guide-eau s'élevant à la verticale jusqu'au niveau de 666 pieds.

.une crête en doucine libre au niveau de 671,5 pieds, s'étendant des pertuis jusqu'à la culée de droite, et entrant en action seulement si le débit excède 18 000 pi<sup>3</sup>/s.

**Option II** - Cette option consiste à régulariser l'écoulement en utilisant des barrages mobiles en caoutchouc, disposés de la gauche vers la droite du barrage, comme suit :

.un pertuis étroit de rétention des sédiments, dont le radier est au niveau de 660 pieds, et une vanne de 20 pieds d'une hauteur de 11 pieds.

.3 ouvertures, chacune de 50 pieds de longueur, avec un radier au niveau de 660 pieds, commandées par des barrages mobiles en caoutchouc de 11 pieds de hauteur, ancrées à un seuil situé au niveau de 660,5 pieds. Ces ouvertures sont séparées, en aval seulement, par des guide-eau.

.une crête en doucine libre au niveau de 671,5 pieds, s'étendant jusqu'à la culée de droite.

**Option III** - Cette option est incluse dans la demande de permis de FERC, et comprend quatre pertuis de rétention de sédiments, séparés par des sections déversantes avec vannes basculantes, et disposés comme suit de la gauche vers la droite :

.une section déversante de 28 pieds de longueur, avec une crête au niveau de 666 pieds, et commandée par une vanne basculante au niveau de 671 pieds.

.un pertuis étroit de rétention de sédiments, dont le radier est au niveau de 660 pieds, et une vanne de 20 pieds d'une hauteur de 11 pieds.

.une section déversante de 28 pieds de longueur, avec une crête au niveau de 666 pieds, commandée par une vanne basculante au niveau de 671 pieds.

.un pertuis étroit de rétention de sédiments, avec un radier au niveau de 660 pieds et une vanne de 20 pieds, et de 11 pieds de hauteur.

.une section déversante de 65 pieds de longueur, avec une crête au niveau de 666 pieds, commandée par une vanne basculante au niveau de 671 pieds.

.un pertuis étroit de rétention de sédiments, avec un radier au niveau de 660 pieds et une vanne de 20 pieds, et de 11 pieds de hauteur.

.une section déversante de 65 pieds de longueur, avec une crête au niveau de 666 pieds, commandée par une vanne basculante au niveau de 671 pieds.

.un pertuis étroit de rétention de sédiments, avec un radier au niveau de 660 pieds

et une vanne de 20 pieds, et de 11 pieds de hauteur.

.une section déversante de 65 pieds de longueur, avec une crête au niveau de 666 pieds, commandée par une vanne basculante au niveau de 671 pieds, s'étendant jusqu'à la culée de gauche.

[59] Dans le passage suivant, on énonce les objectifs que le programme de simulation sur maquette est destiné à atteindre :

[TRADUCTION]

### **OBJECTIFS DU PROGRAMME DE SIMULATION SUR MAQUETTE**

Le rendement des trois structures envisagées sera évalué sur la base d'un programme d'essai sur maquettes visant à permettre de déterminer ce qui suit :

. la capacité de la structure de laisser passer la charge de fond sans qu'elle n'entre dans le canal, qu'elle ne se dépose à proximité de la prise d'eau du canal ou qu'elle n'interfère avec les installations de passage des poissons en aval;

. la capacité des exutoires à vannes d'éliminer les sédiments déposés juste en amont du barrage;

. la capacité de laisser passer l'eau en aval de la structure, en produisant un régime acceptable d'affouillement et de déposition, et avec la dissipation sûre et régularisée de l'énergie cinétique;

. la sensibilité du fonctionnement de la structure aux changements de direction de l'écoulement et de l'approche en amont, causés par l'instabilité du canal;

. les niveaux d'eau correspondant aux crues;

. l'uniformité de l'écoulement entrant dans le canal. Toute tendance pour les écoulements irréguliers à produire des zones mortes ou des courants dirigés en amont donne lieu à la décantation des sédiments en suspension, ce qui accroît la perte de charge; on devrait donc éviter ces conditions;

. les pertes de charge, pour l'écoulement entrant par la prise d'eau du canal, afin de déterminer s'il est possible d'obtenir la capacité de soutirage requise avec les différences de niveau d'eau prévues dans le plan, entre le réservoir et le canal;

.la capacité de rétention des débris flottants, en les empêchant d'entrer dans la zone de prise d'eau, et en les guidant vers les zones de collecte prévues.

Outre les critères ci-dessus, établis pour permettre la comparaison des diverses options, les objectifs de simulation sur maquette suivants seront inclus pour l'option retenue :

- . mesure des vitesses données qui seront utilisées pour la conception de la digue en amont;
- . élaboration d'une stratégie détaillée de fonctionnement des vannes, afin d'assurer le passage efficace de la charge de fond;
- . détermination du nombre, de la portée, de l'alignement et du niveau supérieur de tout mur de séparation requis;
- . faisabilité d'installer un dispositif proximal d'exclusion des sédiments, près de la prise d'eau du canal (facultatif).

[60] Je ne citerai pas au long la partie du rapport intitulée : “ Nécessité de la simulation sur maquette ” mais je tiens à faire remarquer que l'appelante connaît très bien la simulation numérique et qu'elle l'a rejetée comme forme fiable de vérification de ses hypothèses. La simulation numérique est une solution de rechange seulement lorsque “ les conditions d'écoulement et les mécanismes de transport des sédiments sont suffisamment simples pour être représentés par la simulation numérique ”.

[61] Dans un projet complexe comme celui-ci, une forme d'essai qui est essentiellement bidimensionnelle est, de l'avis de l'appelante, tout à fait inadéquate et de fait dangereuse. Je retiens l'avis exprimé par l'appelante sur ce point.

[62] Par suite des nombreux essais qui ont été effectués, on a réalisé une conception qui réglait les incertitudes associées à la conception initiale. La quantité de sédiment entrant dans le canal a été réduite, la répartition de l'écoulement à la prise d'eau a été améliorée, l'accumulation de débris a été réduite et l'affouillement en aval a également été réduit.

[63] La différence la plus importante entre le plan final et le plan initial a été la construction de vannes à segments, de déversoirs mobiles en caoutchouc et de trois murs (mur d'exclusion, mur de séparation et mur déflecteur), adjacents à la prise d'eau du canal usinier.

[64] Parmi tous les projets présentés en preuve, celui-ci donnait à mon avis lieu au plus grand progrès technologique. Il est vrai que n'importe quelle caractéristique de la conception finale était peut-être connue — les déversoirs de caoutchouc, les

vannes à segments et les murs de différents genres étaient connus mais c'était la combinaison innovatrice et la juxtaposition de ces facteurs qui rendaient ce projet unique en son genre.

[65] De fait, M. Babb, Michael Blanchette, ingénieur principal auprès de Puget Sound Power & Light Co., et Robert King, ingénieur travaillant pour HDR Engineering Inc., ont décrit le projet dans un article (pièce A-13) où ils concluaient ceci :

[TRADUCTION]

### Conclusions

Le barrage de remplacement proposé pour le projet de la rivière White utilise des murs déflecteurs et d'exclusion de la charge de fond, et un mur de séparation de l'écoulement, combinés avec des séquences prédéfinies d'ouverture des vannes et des déversoirs en caoutchouc, afin d'assurer le passage efficace de la charge de fond. La structure de remplacement utilise des ouvrages de prise d'eau à 12 ouvertures, sur la culée gauche du barrage, ainsi qu'un système de passage composé de deux vannes à segments et de deux barrages en caoutchouc. La structure parvient à bien canaliser l'écoulement, tout en réduisant au minimum la pénétration des charges de fond dans la prise d'eau. On est parvenu à établir un écoulement favorable à l'orifice de passage des poissons sur la rive de gauche, en relocalisant l'entrée vers la rivière et en utilisant de manière opportune le dispositif RG1 afin de faciliter l'écoulement à proximité de l'orifice de passage des poissons, pour éliminer les tourbillons de retour. Un dissipateur à godets est utilisé en aval de RG2 pour réduire l'affouillement, ainsi que l'amplitude du reflux. La majeure partie des débris qui approchent du barrage s'accumuleront sur la rive gauche en amont des vannes à segments, en un endroit où on les fait passer par un dispositif hydraulique ou par des moyens mécaniques. Le plan des installations proposées a été étudié et amélioré grâce à l'utilisation d'un modèle hydraulique. Parmi les avantages importants de la maquette, mentionnons : l'amélioration de la conception, le calcul des dimensions des vannes, la prévision du degré d'affouillement, la prévision du comportement de la charge de fond, la démonstration du projet à l'intention des organismes concernés, et l'établissement d'un consensus.

[66] M. King a témoigné au sujet de la nécessité de retenir les services de l'appelante; il croyait que même une firme aussi grosse que la sienne avait atteint la limite de ses capacités.

[67] J'ai traité en détail du projet de la White parce qu'il représente à mon avis un modèle de ce que devrait être un projet de RS & DE. Tous les éléments du critère énoncé au début de ces motifs sont présents : l'incertitude technologique, une étude technique qui est loin d'être courante, des essais méthodiques d'hypothèses non vérifiées et innovatrices et des progrès technologiques importants.

[68] Je suis fort reconnaissant des témoignages des deux experts forts compétents et impressionnants qui ont été appelés. Le professeur C.D. Smith a été appelé par l'appelante et Joe Ploeg a été appelé par l'intimée.

[69] Les experts sont arrivés à des conclusions fort différentes mais il est intéressant de noter que certaines de leurs approches étaient à peu près les mêmes. Je crois que c'était au sujet de la question de savoir si les activités de l'appelante constituaient une étude technique ou une pratique courantes et si un progrès technologique avait été réalisé que leurs avis étaient partagés.

[70] M. Ploeg a adopté l'énoncé suivant figurant dans la circulaire d'information :

La pratique courante signifie l'adaptation directe des pratiques connues d'ingénierie ou de la technologie à une situation nouvelle, lorsqu'il est assez certain que l'emploi de ces pratiques permettra d'atteindre l'objectif souhaité.

[71] Dans son rapport initial, M. Ploeg semble s'être concentré sur la question de savoir si des progrès avaient été réalisés sur le plan théorique ou pratique, dans le domaine de la simulation sur maquette hydraulique. Tel n'était pas le fondement des demandes :

[TRADUCTION]

La conception, l'étalonnage et le fonctionnement des maquettes hydrauliques se rapportant aux 17 projets visés dans cette demande relative à la RS & DE peuvent uniquement être qualifiés de " pratique courante " ou d' " étude technique courante ". Les propositions relatives aux essais de maquettes hydrauliques préparées par NHC montrent que cette dernière était passablement convaincue que leurs connaissances technologiques (c'est-à-dire la connaissance et la compréhension de la théorie et de la pratique, dans le domaine de la simulation sur maquette hydraulique) sont passablement bonnes et certainement suffisantes pour permettre d'atteindre les objectifs voulus (voir le paragraphe 4.2 de la circulaire IC 86-4R3).

[...]

J'ai minutieusement examiné les 17 projets et, à mon avis, aucun matériau,

dispositif, produit ou procédé nouveau n'a été créé, et aucun matériau, dispositif, produit ou procédé existant n'a été amélioré. Chaque projet comportait des renseignements importants pour les clients de NHC, leur permettant d'optimiser le plan d'une structure ou d'un système. Tous les projets présentaient de nouvelles situations, mais il était possible d'utiliser les pratiques courantes dans le domaine de la simulation sur maquette hydraulique pour atteindre les objectifs visés par chaque projet.

[72] Dans le rapport qu'il a présenté en contre-preuve, M. Ploeg s'est plutôt concentré sur la question de savoir si les projets menaient à des progrès technologiques génériques ou spécifiques; voici ce qui est dit :

[TRADUCTION]

La méthode qu'on utilise à l'heure actuelle pour régler un problème de conception technique, qu'il s'agisse d'une simulation par maquette ou d'une modélisation mathématique, ne mène pas en soi au progrès des connaissances technologiques.

[73] Cette observation est peut-être vraie, mais il s'agit en fait de savoir si les projets eux-mêmes ont entraîné des progrès technologiques. Voici ce que M. Ploeg a déclaré, au paragraphe 2.2 du rapport qu'il a présenté en contre-preuve :

[TRADUCTION]

L'examen détaillé des 17 projets, en ce qui concerne en particulier les " progrès " énumérés à l'annexe 1 du rapport de l'expert, montre toutefois qu'aucun dispositif ou procédé nouveau ou amélioré réel n'a été mis au point.

Les dispositifs et procédés mis au point par NHC dans le cadre de la simulation sur maquette de ces 17 projets peuvent avoir été " nouveaux " en ce sens qu'il s'agissait d'un nouvel emplacement (par exemple, une structure hydraulique qui n'était pas là auparavant, ou la réalisation d'un projet d'amélioration d'une rivière), mais tous les travaux décrits dans les rapports de projets de NHC se rapportent à des dispositifs et à des procédés normaux, qui sont couramment utilisés partout au monde dans des situations similaires.

J'ai examiné les 17 projets en cause et j'ai conclu qu'aucun des projets n'entraînait des progrès technologiques génériques ou spécifiques, avec la possibilité de créer des dispositifs et des procédés nouveaux ou améliorés, qui auraient également pu être utilisés pour d'autres conceptions techniques. La mise à l'essai de pareil progrès pourrait faire l'objet d'un brevet.



Le bulletin d'interprétation IT-439 (17 septembre 1979), qui s'applique à la plupart des projets, est passablement précis lorsqu'il s'agit de définir le sens de " nouveau ". Le paragraphe 8 de ce bulletin est ainsi libellé : " Le Ministère estime que le terme " nouveau " se rapporte à un produit ou à un procédé qui est nouveau pour le contribuable canadien en cause. Toutefois, lorsqu'un contribuable ne fait que copier le produit ou le procédé d'une autre personne, la recherche scientifique (c.-à-d. l'investigation systématique) effectuée sera probablement minimale et sera considérée comme un échantillonnage normal qui est une activité exclue en vertu du Règlement 2900e).

[74] Dans son rapport, le professeur Smith a analysé les compétences des employés, chez NHC, qui s'occupaient des activités ici en cause, et a parlé des concepts d'incertitude technologique, de progrès technologique et d'incertitude des systèmes. Voici sa conclusion (pièce A-14) :

[TRADUCTION]

En ce qui concerne le travail de développement expérimental de NHCL effectué à l'aide de maquettes hydrauliques, il est possible de tirer les conclusions suivantes :

a) On a adopté une approche systémique pour effectuer le travail et on a eu recours à du personnel compétent ayant une expérience pertinente.

b) Dans chacun des 17 projets qui ont été examinés, sans exception, les problèmes devant être résolus ont été définis, ces problèmes ne pouvant pas être résolus uniquement au moyen de méthodes analytiques. Il fallait dans chaque cas un programme de développement expérimental dans lequel une maquette hydraulique serait utilisée.

c) Le progrès technologique a été accompli de plusieurs façons. Premièrement, une incertitude technologique a été éliminée ou réduite, à défaut de quoi le projet ne pouvait pas être réalisé. Deuxièmement, les solutions qui ont été trouvées par expérimentation en ce qui concerne la conception permettaient de mieux comprendre le problème de sorte qu'il était possible d'utiliser d'une façon avantageuse les connaissances acquises dans des études subséquentes de problèmes similaires. Troisièmement, par suite de l'expérience cumulative que chaque nouvelle investigation a permis d'acquérir, les ingénieurs et spécialistes de NHCL ont perfectionné leurs connaissances.

Bref, de l'avis de l'auteur, les 17 projets de NHCL qui ont été examinés satisfont aux critères s'appliquant au développement expérimental tel qu'il est défini dans la

*Loi de l'impôt sur le revenu.*

[75] Voici les remarques que le professeur Smith a faites au sujet de chacun des projets présentés en preuve.

[TRADUCTION]

1 Projet d'irrigation de l'East Rapti (1984)

Endroit : Nepal.

Client : Nippon Koei Co. Ltd., Tokyo.

Objet : Aménagement de structures hydrauliques et d'ouvrages de protection fluviale.

Type de maquette : Maquette fluviale (déformée) 1/200, échelle 1/50, structure hydraulique (2 maquettes), échelle 1/30.

Incertitude : On ignorait les effets qu'aurait, sur la bonne marche du projet, la combinaison du déplacement de sédiments lourds et d'une structure compliquée (comprennent un déversoir, un purgeur, un ouvrage de vannes de tête, un éjecteur, un bassin de décantation, des échelles à poisson, une passe à billes et des ouvrages de régularisation fluviale).

Observations : On a constaté des problèmes de régime d'écoulement perturbant, d'affouillement, de sédimentation et de capacité d'évacuation.

Progrès : Des modifications ont été apportées aux ouvrages de régularisation fluviale en amont, au purgeur, à la prise d'eau du canal, aux radiers et à la passe de billes, ce qui a facilité la mise en place du projet.

[...]

4 Étude de sédimentation dans la rivière Schuylkill (1991)

Endroit : Pennsylvanie.

Client : Ville de Philadelphie.

Objet : Étudier le problème de sédimentation dans un bassin.

Type de maquette : Maquette fluviale, échelle 1/65.

Incertitude : On ignorait la cause des problèmes de sédimentation dans le bassin Boathouse Row, et des correctifs s'imposaient afin d'améliorer les conditions indésirables et dangereuses qui prévalaient.

Observations : On a étudié les régimes de sédimentation naturels nuisibles. La construction d'épis d'ensablement a donné des résultats insatisfaisants, et le nettoyage par chasse d'eau n'a pas non plus donné de résultats satisfaisants. Cependant, l'utilisation d'un mur de séparation en ligne, jumelé avec un épis d'ensablement amont, a été plus efficace. Le dragage s'est avéré être une solution temporaire seulement.

Progrès : Le régime de sédimentation, causé par l'effet de courbure, a été corrigé par la construction d'un mur de séparation.

#### 5 Réparation du radier du barrage Walters (1991)

Endroit : Caroline du Nord.

Client : Carolina Power and Light Co., Raleigh NC.

Objet : Étudier les causes de la défaillance du radier du déversoir.

Type de maquette : Structure hydraulique, échelle 1/38

Incertitude : Cause de la défaillance du radier, et nature des correctifs requis afin d'éviter des problèmes futurs.

Observations : La défaillance du radier était attribuable à la pression de soulèvement, due à la conception et au mode d'exploitation de la structure existante.

Progrès : On a établi une séquence d'ouverture des vannes afin de réduire la force de soulèvement exercée sur le radier, et on a conçu un ensemble de murs de séparation à segments pour le bassin, afin d'améliorer la répartition de l'écoulement.

[...]

#### 7 Barrage de dérivation de la rivière White (1992)

Endroit : Washington.

Client : HDR Engineering Inc., Bellevue.

Objet : Réfection et modernisation d'un barrage de dérivation vieux de 80 ans.

Type de maquette : Maquette fluviale/structure hydraulique, échelle 1/40.

Incertitude : On ignorait l'effet des modifications sur le rendement du barrage, ainsi que le mécanisme de régularisation des sédiments et d'écoulement des débris à l'entrée, et les problèmes associés au passage des crues pendant la construction.

Observations : On a observé les régimes d'écoulement et le déplacement de la charge de fond pour divers scénarios de vannes et de prise d'eau, et on a observé également les régimes d'affouillement en aval. La construction d'un mur de séparation s'imposait pour la structure de la prise d'eau.

Progrès : On a déterminé la disposition des batardeaux pour la période de construction, ainsi que la séquence de fonctionnement des vannes afin d'assurer l'évacuation des sédiments. Les incertitudes ont été levées.

[...]

17 Projet hydroélectrique de Belleville (1994)

Endroit : Rivière Ohio, Ohio.

Client : Omega JV5, AMP - OHIO, Westerville.

Objet : Étudier l'effet de l'ajout d'une centrale hydroélectrique au projet.

Type de maquette : Maquette fluviale, échelle 1/100; maquette de coupe transversale de la centrale, échelle 1/30.

Incertitude : On a observé l'effet des batardeaux et de l'évacuation de l'eau par la centrale sur la navigation, les niveaux de l'eau, les crues et la sédimentation. La centrale a été construite dans un encaissement profond sur la rive gauche.

Observations : On a constaté un écoulement rapide le long de la rive gauche et une augmentation de la mobilité du lit en aval de la centrale, ce qui a nécessité des modifications à la conception du canal de fuite de la centrale.

Progrès : Des améliorations techniques ont été apportées, les incertitudes ont été levées et l'implantation du projet a été facilitée.

[76] Dans le rapport qu'il a présenté en contre-preuve, où il fait des commentaires au sujet du rapport de M. Ploeg, voici ce que le professeur Smith a dit :

[TRADUCTION]

Dans toutes les études à l'égard desquelles NHC a fait une demande, sauf une, le client (ou l'ingénieur du client) avait appliqué la pratique courante en matière de conception en tentant d'adapter une pratique d'ingénierie connue à une nouvelle situation. Cependant, le client, ou l'organisme de réglementation chargé d'approuver le projet, ou les deux, n'étaient pas convaincus que la conception en résultant permettrait d'atteindre les objectifs voulus. C'est à cause de cette incertitude qu'une investigation expérimentale au moyen de la simulation par maquette hydraulique a été effectuée.

[77] Au paragraphe 2.4 du rapport qu'il a présenté en contre-preuve, le professeur Smith a fait remarquer ce qui suit :

[TRADUCTION]

Étant donné qu'il fallait apporter des modifications majeures à un certain nombre de conceptions faisant l'objet d'une évaluation expérimentale et d'une mise au point et que le produit final ressemblait bien souvent peu à la conception initiale, il n'est pas réaliste de dépeindre les caractéristiques technologiques du produit (la structure ou le système hydraulique) comme étant " en bonne partie établies ". En réalité, il s'agissait de déterminer si la conception initiale fonctionnait, afin de déterminer quels étaient les problèmes de rendement, et de résoudre ces problèmes d'une façon systématique dans le cadre d'un programme de développement expérimental.

Une autre indication montrant qu'un progrès technologique était accompli se rapporte à l'incertitude qui existe dans l'esprit des concepteurs, ou des régulateurs, au sujet de la capacité de la conception initiale de fonctionner d'une façon satisfaisante au point de vue des objectifs de la conception. C'est en raison de cette incertitude que l'on a demandé à NHC de faire une investigation expérimentale. Dans la plupart des cas, le travail expérimental montrait que l'incertitude était fondée étant donné que l'évaluation expérimentale indiquait l'existence de certains problèmes importants de rendement. Ces problèmes ont été réglés par le développement expérimental qui a été effectué. À mon avis, cela constitue un progrès technologique en ce sens que les pratiques d'ingénierie connues pouvaient, par suite du développement expérimental, être appliquées avec confiance à une nouvelle situation où il n'était pas possible de le faire en appliquant uniquement les pratiques courantes en matière de conception.

[78] Les conclusions énoncées dans le rapport présenté en contre-preuve étaient

les suivantes :

[TRADUCTION]

J'ai conclu que le rapport Ploeg est erroné sur les points suivants :

1. La demande de NHC est fondée sur le développement expérimental de conceptions concernant des structures hydrauliques ou des structures de régularisation de sédiments, et non sur une technique de mise à l'essai de maquettes.
2. Les travaux effectués par NHC pour la conception d'ouvrages hydrauliques et de structures de régularisation des sédiments, et nécessitant des essais avec des maquettes hydrauliques, ne constituent pas une pratique courante en génie hydrotechnique.
3. La méthodologie que NHC a suivie lorsqu'elle a effectué ses études expérimentales consistait à utiliser une maquette hydraulique comme outil d'évaluation du rendement de la conception initiale de sa cliente, pour identifier les problèmes de rendement et les régler d'une façon systématique dans le cadre d'un programme de développement expérimental. Cela diffère énormément d'une méthodologie par laquelle de nombreuses variantes d'une conception sont mises à l'essai et où les données d'essai sont ensuite utilisées pour préparer un plan optimal satisfaisant.
4. Les spécialistes de NHC en matière de simulation sur maquette avaient clairement une lourde responsabilité, en matière de développement expérimental, dans chacune des études incluses dans la demande.
5. Un progrès technologique a été accompli pour chacune des études effectuées, et les spécialistes de NHC ont notamment perfectionné leurs connaissances technologiques.

[79] De toute évidence, chaque expert respectait énormément les habiletés, l'expérience et les compétences de l'autre expert. Je reconnais et je respecte les connaissances spéciales de M. Ploeg dans ce domaine, mais j'ai conclu que l'avis exprimé par le professeur Smith est davantage conforme à la preuve qui a été présentée et à ce qui, à mon avis, constitue de la RS & DE pour l'application de la *Loi de l'impôt sur le revenu*; cependant, je ne suis pas convaincu que le projet relatif à la Schuylkill constitue de la RS & DE.

[80] La position de l'intimée, que M<sup>e</sup> Yaskowich a exposée d'une façon fort habile, était essentiellement que l'appelante, qui était certes un chef de file dans le domaine de l'essai de maquettes hydrauliques, établit, du fait de son excellence, la norme de ce qui représente une étude technique courante ou une pratique courante.

[81] Avec égards, je crois qu'il s'agit là d'une norme beaucoup trop stricte et, de fait, d'une norme de perfection qui aurait pour effet de décourager la recherche scientifique au Canada.

[82] Comme M<sup>e</sup> Yaskowich le fait observer, il est tout à fait vrai que le travail effectué par NHC a pour effet d'inspirer confiance au client en ce qui concerne les solutions proposées ou élaborées, mais je ne crois pas que cela change quoi que ce soit à la nature de l'activité, ou que cela ait pour effet d'amoindrir son caractère de RS & DE. Il soutient en outre qu'il est erroné d'assimiler l'incertitude technologique et le fait que le client ne croit pas qu'une conception fonctionnera. Je souscris à cet argument, lorsqu'il est ainsi exprimé, mais il va encore plus loin. L'incertitude technologique est une chose qui existe dans l'esprit du spécialiste comme l'appelante, qui la définit et l'énonce et qui applique ses méthodes en vue d'éliminer cette incertitude.

[83] J'ai conclu que quatre des cinq projets qui sont décrits ci-dessus sont admissibles à titre de RS & DE.

[84] Étant donné que les parties sont encore en train de négocier les chiffres, je demanderai à l'avocat de l'appelante de préparer un projet de jugement incorporant ces conclusions. L'appelante, puisqu'elle a eu en bonne partie gain de cause, a droit à ses frais.

Signé à Ottawa, Canada, ce 1<sup>er</sup> jour de mai 1998

" D.G.H. Bowman "

J.C.C.I.

[TRADUCTION FRANÇAISE OFFICIELLE]

Traduction certifiée conforme ce 26<sup>e</sup> jour d'août 1998.

Mario Lagacé, réviseur