

**Classement CCEK****Titre** Eau potable/ Kangisualujjaq**Type** Dossiers Environnementaux**Date D'ouverture** 1984

**Notes**

Document: Approvisionnement en eau potable de la communauté de Kangisualujjaq- Étude préliminaire; Octobre 1984

Document: Sommaire technique concernant la conduite d'adduction d'eau au village de Kangisualujjaq

Document: Sommaire technique concernant la recharge du lac 1 de Kangisualujjaq; 21 Janvier 1986

26 Mai 1986: Lettre de l'Administration Régional Kativik; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq

3 Juin 1986: Lettre du Gouvernement du Québec- Ministère de l'Environnement; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq- Dossier 064-BJ382-10

2 Septembre 1986: Lettre de la Commission de la Qualité de l'Environnement Kativik; Système d'alimentation en eau potable Kangisualujjaq; Demande d'information auprès du promoteur

15 Octobre 1986: Lettre du Gouvernement du Québec- Ministère de l'Environnement; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq- Demande d'information auprès du promoteur

Document: Corporation du village nordique de Kangisualujjaq- Système d'alimentation en eau potable- Renseignements supplémentaires présentés au ministère de l'Environnement; Avril 1987

8 Avril 1987: Lettre de l'Administration Régional Kativik; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq; Renseignements complémentaires

8 Mai 1987: Lettre du Gouvernement du Québec- Ministère de l'Environnement; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq- Dossier 064-BJ382-10; Copie des renseignements complémentaires

8 Juin 1987: Lettre de l'Administration Régional Kativik; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq; Décision de la Commission

17 Juillet 1987: Lettre du Gouvernement du Québec- Ministère de l'Environnement; Système d'Alimentation en eau potable de Kangisualujjaq; le projet est soustrait au processus d'évaluation et d'examen des impacts sur l'Environnement et le milieu social



Bureau du sous-ministre

Sainte-Foy, le 17 juillet 1987

Administration régionale Kativik  
a/s Monsieur Denis Audette  
Boîte postale 9  
Kuujjuak (Québec)  
JOM 1C0

OBJET: Système d'alimentation en eau potable - Kangiqsualujjuaq  
Notre dossier: 064-BJ382-10

Monsieur,

Pour donner suite à votre demande du 26 mai 1986, et aux renseignements complémentaires que vous avez fournis le 8 avril dernier dans le cadre de l'autorisation du projet mentionné en titre, je vous informe que, suite à la consultation de la Commission de la qualité de l'environnement Kativik et conformément à sa décision du 8 juin 1987 et en vertu de l'article 200 de la Loi sur la qualité de l'environnement, le projet est soustrait au processus d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et le milieu social.

Toutefois, afin de prévenir les interruptions de service causées par le bris possible des pompes de recirculation, nous vous recommandons que la conception du poste de distribution d'eau permette le drainage de l'excès d'eau vers la baie et ce, seulement en cas d'urgence.

Je vous demande d'entrer en communication avec le directeur régional par intérim du ministère à Rouyn, Monsieur Alain Pêpin, (téléphone no: 819-762-6551) qui assurera le contrôle des travaux et qui finalisera cette décision en fonction de la réglementation en vigueur.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le sous-ministre

JEAN-CLAUDE DESCHÊNES

copie: Administration régionale Kativik, a/s du secrétaire  
Monsieur Alain Pêpin, directeur régional par intérim (10)

Le 8 juin 1987

M. Jean-Claude Deschênes  
Sous-ministre  
Ministère de l'Environnement  
6e étage  
3900, rue Marly  
STE-FOY (Québec)  
G1X 4E4

Objet:       Système d'alimentation en eau potable de  
              Kangiqsualujjuaq  
              Votre dossier: 064-BJ382-10

---

Monsieur le Sous-ministre,

Pour faire suite à la lettre de M. Yves Pagé du 8 mai dernier et conformément à l'article 192 de la Loi sur la qualité de l'environnement, il me fait plaisir de vous informer de la décision de la Commission concernant le projet mentionné en rubrique.

Suite à l'examen des renseignements supplémentaires, la Commission a décidé de soustraire le projet au processus d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et le milieu social. En effet, la Commission note que le système d'alimentation en eau potable n'aura qu'un impact mineur sur l'environnement.

Toutefois, afin de prévenir les interruptions de service causées par le bris possible des pompes de recirculation, la Commission recommande que la conception du poste de distribution d'eau permette le drainage de l'excès d'eau vers la baie et ce, seulement en cas d'urgence.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Sous-ministre,  
l'expression de mes sentiments les plus distinguées.

Le Président,

Peter Jacobs



Bureau du sous-ministre

Sainte-Foy, le 8 mai 1987

Monsieur Peter Jacobs  
Président de la Commission de la  
qualité de l'environnement Kativik  
Université de Montréal  
5620, rue Darlington  
MONTRÉAL (QUÉBEC)  
H3C 3J7

OBJET: Système d'alimentation en eau potable: Kangisualujjuaq  
Notre dossier: 064-BJ382-10

Monsieur le Président,

Au nom du sous-ministre de l'Environnement, monsieur Jean-Claude Deschênes, je vous transmets une copie des renseignements supplémentaires relatifs au projet mentionné en titre. J'en transmets également une copie aux autres membres du Comité ainsi qu'à son secrétaire.

Ces renseignements ont été envoyés au sous-ministre de l'Environnement le 8 avril dernier par monsieur Denis Audette de l'Administration régionale Kativik.

Conformément à l'article 192 de la Loi sur la qualité de l'environnement, je vous demande de faire parvenir au Sous-ministre, dans les meilleurs délais, la décision de la Commission sur le besoin d'études d'impact pour ce projet.

Veillez agréer, Monsieur, l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

YVES L. PAGÉ, directeur  
Affaires nordiques et amérindiennes

c.c. M. Jean-Claude Deschênes, sous-ministre  
Administration régionale Kativik, a/s du Secrétaire  
M. Michel A. Provencher, directeur régional (08)



ᑭᑎᑖᑲ ᓄᓇ ᑕᑕᑭᑲᑦ ᑲᑕᑦᑭᑲᑲᑲ

Administration Régionale KATIVIK Regional Government  
P.O. Box 9, KUUJJUAQ (Fort Chimo), Quebec J0M 1C0

Le 8 avril 1987

M. Jean-Claude Deschênes  
Sous-ministre  
Ministère de l'Environnement  
3900, rue Marly  
6e étage  
STE-FOY (Québec)  
G1X 4E4



Objet:      Système d'alimentation en eau potable  
            Kangiqualujjuaq  
            V/D: 064-BJ832-10; N/D: 87.007.1

Monsieur le Sous-ministre,

Tel que vous le demandiez dans votre lettre du 15 octobre 1986, vous trouverez ci-joints les renseignements supplémentaires concernant le projet mentionné en titre.

Comme les travaux sont prévus à l'été 1987, nous espérons que ces renseignements vous permettront de compléter l'analyse de ce projet pour émettre le certificat d'autorisation dans des délais raisonnables.

Veuillez agréer, Monsieur le Sous-ministre, l'assurance de ma considération distinguée.

Le Biologiste en environnement,

*Denis Audette*

Denis Audette

c.c. -Commission de la qualité de l'environnement Kativik,  
a/s de M. Hervé Chatagnier, secrétaire

M. Michel Provencher, directeur régional (08)



8 April 1987

Mr. Jean-Claude Deschênes  
Deputy Minister  
Ministry of the Environment  
6th Floor  
3900 Marly Street  
Ste-Foy, Quebec  
G1X 4E4

SUBJECT: Water Distribution System, Kangiqsualujjuag  
Y/F: 064-BJ832-10; O/F: 87.001.1

Dear Sir:

Enclosed is the additional information concerning the aforementioned project you requested in your letter dated 15 October 1986.

Since construction is scheduled for the summer of 1987, we hope this information will allow you to finish reviewing the project so the certificate of authorization can be issued reasonably soon.

Sincerely,

Denis Audette  
Environmental Biologist

CC - Kativik Environment Quality Commission  
c/o Mr. Hervé Chatagnier, Secretary

Mr. Michel Provencher, Regional Director (08)





CORPORATION DU VILLAGE NORDIQUE DE  
KANGIQSUALUJJUAQ

SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Renseignements supplémentaires

Présentés au  
ministère de l'Environnement

Par

Denis Audette, Biologiste  
Administration régionale Kativik

Avril 1987

**PROMOTEUR** Administration régionale Kativik pour la  
Corporation du village nordique de  
Kangiqualujjuaq

Administration régionale Kativik  
Section environnement  
C.P. 9  
KUUJJUAQ (Québec)  
JOM 1C0

**PROJET**

a) Justification

Habituellement, l'eau potable vient d'un ruisseau situé au nord-est du village. Un réservoir en béton, avec un abri en bois non isolé mais chauffé, a été aménagé de façon à permettre une accumulation d'eau et faciliter la tâche des opérateurs.

Toutefois, en hiver, l'apport en eau ne subvient pas aux besoins de la communauté. En conséquence, les responsables du village ont construit un chemin d'hiver jusqu'au lac #2, indiqué sur le plan d'ensemble annexé. Malheureusement, le lac est inaccessible en été sans qu'une route permanente soit construite.

Quant à la qualité de l'eau de la prise d'eau actuelle, elle laisse à désirer au printemps et lors de fortes pluies. De fait, durant ces périodes, un grand nombre de particules en suspension sont transportées ce qui diminue grandement la qualité de l'eau.

Compte tenu de l'ensemble de ces problèmes d'approvisionnement, de qualité de l'eau et même d'hygiène, il est nécessaire de construire un système permanent de distribution d'eau potable à Kangiqualujjuaq. Dans ce but, l'utilisation du lac #1 comme source d'approvisionnement permet d'avoir un volume d'eau suffisant et ce, à proximité du village. Finalement, il n'existe pas d'autres options valables au projet. De fait, la rivière Georges ne peut pas servir de point d'eau car l'effet des marées de la baie d'Ungava apporte de l'eau salée.

b) Description technique du projet

Les informations techniques du projet sont décrites dans l'étude préliminaire, les plans et devis incluses en annexe. Toutefois, nous présentons ci-après un résumé des principales composantes du projet:

- une structure d'approvisionnement en eau dans le lac #1 situé à environ 1 km du village;
- une conduite gravitaire souterraine d'adduction et une conduite souterraine de recirculation;
- un poste de distribution d'eau près du village; et
- la construction d'une route d'accès au lac où sera construite la prise d'eau.

De plus, le poste de distribution d'eau d'une dimension de 12 m x 14 m comprendra les composantes suivantes:

- des pompes de recirculation au lac #1 (5 l/sec);
- des pompes pour remplir les camions-citernes (20 l/sec);
- un réservoir cylindrique de 100 m<sup>3</sup>;
- une génératrice électrique d'urgence;
- un système de chauffage à l'huile pour le bâtiment et l'eau recirculée; et
- un système de désinfection par chloration.

Finalement, à partir du poste de distribution, l'eau sera livrée aux maisons par camion-citernes.

c) Fiabilité du système

Tel que le présente le tableau ci-après (tiré de l'étude préliminaire), les résultats de l'échantillonnage et des analyses en laboratoire démontrent que la qualité de l'eau du lac #1 est très bonne. Toutefois, étant donné la faible alcalinité de l'eau, nous avons porté une attention particulière au choix d'équipements (tuyauterie,

réservoirs, etc.) qui seront en contact avec l'eau pour éviter les problèmes de corrosion. De plus, selon les informations disponibles, la profondeur du lac étant assez importante, l'effet du couvert de glace semble peu important et ne cause pas de différence notable de l'hiver à l'été sur les concentrations des différents paramètres mesurés.

TABLEAU D'ANALYSE DE L'EAU DE KANGIOSUALUJJUAO

Paramètres	Résultats		Prise actuelle 27/07	Limite recommandée (1)	Objectif (1)
	Lac 1 09/04/84	27/07			
pH (sur le terrain)	6,3	-	-	16,5-18,5	-
pH (laboratoire)	5,1	6,1	6,4	6,5-8,5	-
Couleur vraie (UCV)	4	6	9	<15	15
Alcalinité (mg/l-CaCO <sub>3</sub> )	2	2	3	-	-
Turbidité (UTN)	1,2	0,3	0,40	5	<1
Dureté totale (mg/l-CaCO <sub>3</sub> )	8	3,8	3,8	-	-
Matières en suspension (mg/l)	<1	1	<1	-	-
Matières totales (mg/l)	21	13	11	-	-
Nitrates (mg/l-N)	<0,1	0,1	0,1	10	<0,001
Chlorures (mg/l)	5	3	2	250	<250
Sulfates (mg/l)	<2	0,2	<2	500	<150
Per (mg/l)l	<0,05	0,10	0,02	0,3	<0,05
Manganèse (m/l)	<0,03	0,008	0,006	0,05	<0,01
Sodium (mg/l)	3,3	2,1	1,9	-	-
Epaisseur de la glace (m)	1,5	-	-	-	-

(1) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, 1978

Note: Les dates indiquées sont celles de l'échantillonnage

Par ailleurs, selon une évaluation technique effectuée en janvier 1986, la recharge annuelle du lac #1 serait de 137 550 m<sup>3</sup>, ce qui est nettement supérieur à la consommation annuelle prévue en 2005 qui est de 32 318 m<sup>3</sup> (voir sommaire technique en annexe). De fait, cette évaluation récente de la quantité d'eau disponible au lac #1 permet

d'éliminer les installations, pour la réalimentation du lac #1 à partir du lac #2, prévues lors de l'étude préliminaire de 1984.

Quant à la fiabilité de la conduite d'amenée, elle répond aux normes admises de conception et de qualité des matériaux. Dans le premier cas, l'évaluation technique présentée en annexe indique les avantages de construire seulement une conduite gravitaire sans amorçage (pas de construction d'un poste de pompage au lac #1). De fait, cette solution est simple de fonctionnement, ne gaspille pas d'eau et ne demande pas la construction d'une route très élaborée, c'est-à-dire seulement une piste pour muskeg ou véhicules à quatre roues motrices.

Dans le second cas, la fiabilité de la conduite d'amenée est assurée par les matériaux choisis. Par exemple, tel qu'il est indiqué au devis, les conduites d'adduction et de recirculation se composent des éléments suivants: tuyauterie de polyéthylène de haute densité, 75 mm d'isolation de mousse rigide de polyuréthane appliquée à l'usine, une enveloppe de polyéthylène recouvrant l'isolant et retenue par un adhésif, un système intégré de câbles chauffants auto-régulateurs et contrôlés thermostatiquement, ainsi que tous les coudes et spéciaux appropriés.

Incidentement, ces matériaux assureront d'une part, une étanchéité adéquate et d'autre part, une protection suffisante contre le gel.

D) Calendrier des travaux

Selon le calendrier exigé dans le devis, tous les travaux seront exécutés la même année. De fait, suite à l'arrivée des matériaux par bateau, les travaux débuteront à l'été 1987 pour être terminés au plus tard le 15 décembre 1987.

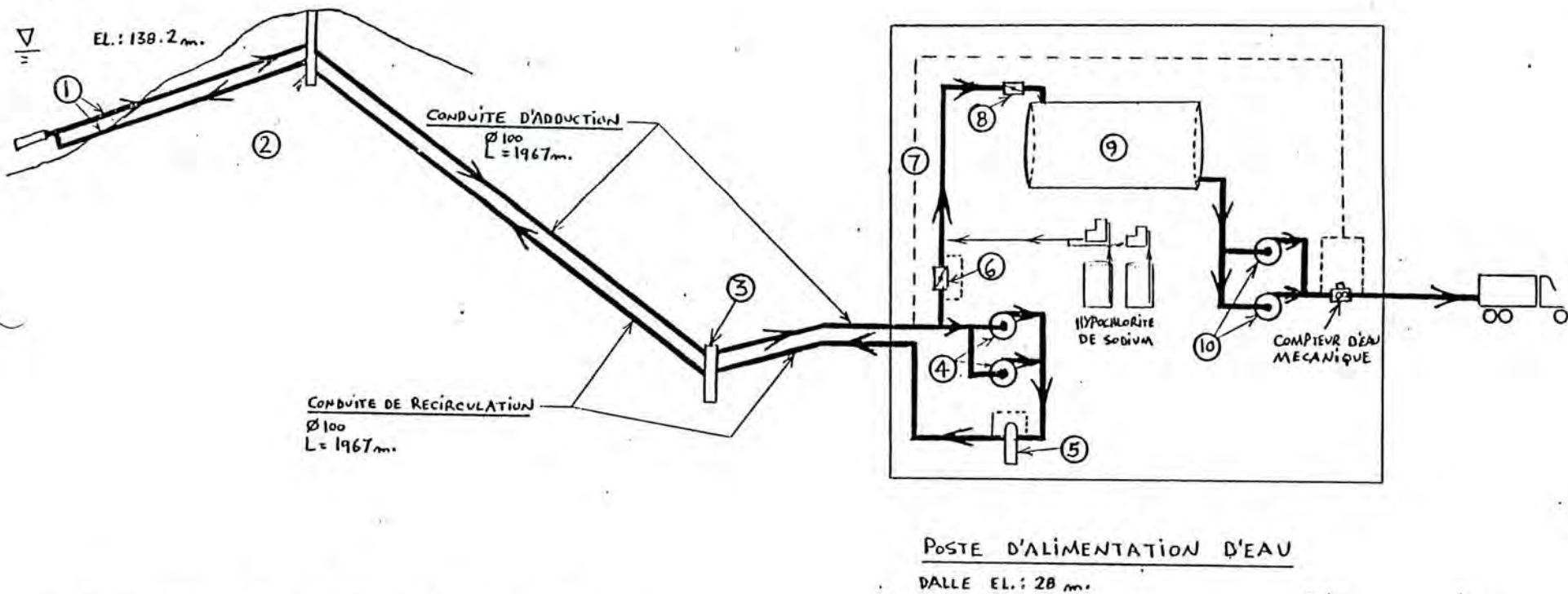
E) Impacts sur le milieu social

Afin de réduire les impacts sur le milieu social résultant des travaux de construction, des mesures de mitigation seront appliquées. Il s'agit principalement d'ententes explicites qui seront établies entre le conseil municipal et le contracteur avant le début des travaux. Les ententes porteront sur les sujets suivants:

- les possibilités de logement et l'emplacement du campement;
- l'entreposage de la dynamite;
- la fourniture des services municipaux (nourriture, eau potable, égouts et élimination des déchets solides, etc);
- la consommation d'alcool et de drogues, de même que la conduite personnelle des employés, y compris le comportement sexuel;
- l'utilisation des terres pour les fins, entre autres, de récréation (chasse, pêche, etc.)

De façon générale, le contracteur s'engagera à faire respecter les règlements municipaux et les coutumes Inuit.

Finalement, dans l'exécution du contrat, le contracteur fera tous les efforts possibles pour maximiser les opportunités d'emplois locaux. A cet effet, l'Administration régionale Kativik signera une convention avec l'entrepreneur pour l'inviter à engager le plus grand nombre possible de travailleurs Inuit selon diverses modalités, telles que la compétence et la disponibilité des travailleurs Inuit.



## SCHEMA DE PROCEDURE

- ① PRISE D'EAU AULAC I  
ADUCTION Ø 100 L = 85m  
RECIRCULATION Ø 100 L = 85m
- ② CHAMBRE DE PURGEUR D'AIR PT. HAUT
- ③ CHAMBRE DE VIDANGE POINT BAS
- ④ POMPES DE RECIRCULATION (5L./SEC.)
- ⑤ -

- ⑥ VANNE DE CONTROLE DE DEBIT
- ⑦ CONDUITE DE DERIVATION Ø 100
- ⑧ VANNE DE CONTROLE DE NIVEAU A FLOTTE
- ⑨ RESERVOIR CYLINDRIQUE (100 m<sup>3</sup>)
- ⑩ -

KANGIQSUALUJJUAQ

# 2-2456.1  
REVISE : 17-07-86

CORPORATION OF THE NORTHERN VILLAGE OF  
KANGIQSUALUJJUAQ

WATER DISTRIBUTION SYSTEM

ADDITIONAL INFORMATIONS

SUBMITTED TO THE

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

BY

DENIS AUDETTE, BIOLOGIST

KATIVIK REGIONAL GOVERNMENT

APRIL 1987



\_E'0Ku~ZInI<yI>5\ge~sZ<f1dc<vI<iep'>I / I tU \* \> P= 1

**Promoter:** Kativik Regional Government for the Corporation of the Northern Village of Kangiqsualujjuaq

Kativik Regional Government  
Environment Section  
P.O. Box 9  
Kuujjuaq, Quebec  
J0M 1C0

**Project:**

a) Justification

Normally, a brook located northeast of the village is used as a drinking water point. A concrete reservoir housed in a wooden, uninsulated, heated shelter was built to accumulate water and facilitate the operators' work.

In winter, however, the water supply does not meet the community's needs. Consequently, village authorities had a winter road built to lake #2, as shown in the appended plan. Unfortunately, without a permanent road the lake is inaccessible in the summer.

Water taken from this point is of poor quality in the spring and after heavy rainfall. In fact, during these periods, there are high concentrations of particles in suspension and this greatly reduces the water quality.

Considering all these water supply, water quality and hygiene problems, a permanent drinking water intake point must be built in Kangiqsualujjuaq. Consequently, by using lake #1 as a water intake point, a satisfactory volume of water would be available close to the village. There are no other feasible alternatives to this project. In fact, the George River can not be used as water supply because of saltwater intrusion due to the tidal action of Ungava Bay.

b) Technical description of the project

Technical information for this project is described in the preliminary study and in the plans and specifications enclosed in appendix. However, listed hereinafter are the main components of the project:

- a water intake structure in lake #1 located approximately one kilometre from the village;
- an underground gravity feed suction pipe and an underground recirculation pipe;



- a water distribution station near the village; and
- a road to allow access to the lake where the water intake point will be built.

The water distribution station is a 12 m X 14 m building which houses the following components:

- recirculation pumps to lake #1 (5 L/sec);
- truck-filling pumps (20 L/sec);
- a water reservoir (100 m<sup>3</sup>);
- an emergency electric generator;
- an oil heating system for the building and the recirculated water; and
- a disinfection system using a chlorine solution.

The water will be distributed by water truck from the station to the houses.

c) Reliability of the system

As shown in the following table (from the preliminary study), results of the sampling and of the lab analysis show that the water quality of lake #1 is very good. However, considering the alkalinity of the water, we focused our attention on the equipment (pipes and tanks, for example) which will be in contact with water to avoid corrosion problems. Moreover, according to the information available, the lake is very deep, the ice cover effect, negligible and it does not cause noticeable differences from winter to summer in the concentration of various measured parameters.

Moreover, according to a technical evaluation performed in January 1986, the annual water input for lake #1 would be 137 550 m<sup>3</sup>, which is clearly superior to the annual consumption expected to be 32 318 m<sup>3</sup> in 2005 (see technical summary in appendix). In fact, this recent evaluation of the available water quantity in lake #1 enables us to eliminate the infrastructures planned in the 1984 preliminary study to supply water to lake #1 from lake #2.

As for the reliability of the water supply pipe, it meets material design and quality standards. The technical evaluation shown in appendix presents the advantages of building only a gravity feed pipe without priming (no pumping station is built on lake #1). In fact, this is a simple solution, which does not waste water and does not require the construction of a sophisticated road, namely a trail for muskeg or four-wheel drive vehicles.

y>wMy<I~Fe\_dKx?>C~

6)??y~|ta>cWEt\_ue~~~~tUUKB\EFzwq

#Z?\_QHQ|yC>e[>awDzrxn?<Q|lp5|>4~?xsfUmmZcC/wuS\|IKe>|C~|IK>uI<zn|u>z\_uY~ueO<[|>qq~6<C~x\*|\_|\_N

The reliability of the water supply pipe is guaranteed by the materials chosen. For example, as mentioned in the specifications, the supply and recirculation pipes are made of the following components: high-density polyethylene pipes; 75 mm rigid, factory-applied, high-density polyurethane foam insulation; a polyethylene sheath over the insulation kept in place by an adhesive; an integrated self-regulating and thermostatically-controlled heating cable system; and all the appropriate joints and couplings.

Incidentally, these materials will ensure adequate watertightness, on one hand, and sufficient protection against frost, on the other.

d) Project schedule

According to the schedule required in the specifications, all the work will be executed the same year. In fact, pursuant to the arrival of the materials on the sealift, the project will be undertaken in the summer of 1987 to be completed no later than 15 December 1987.

e) Social impact

To reduce social impacts caused by the construction project, mitigating measures will be taken. These are generally explicit agreements reached between the municipal council and the contractor prior to the project. Agreements will be made on the following subjects:

- housing possibilities and the location of the camp;
- the storage of dynamite;
- municipal services (food, drinking water, solid and liquid waste removal, and so forth);
- the consumption of alcohol and drugs and the personal behavior of employees, including sexual behavior;
- land use for recreational purposes (hunting and fishing for example).

Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes

Generally, the contractor will agree to have municipal by-laws and Inuit costumes respected.

Finally, in fulfilling his contractual obligations, the contractor will make all necessary efforts to maximize local employment opportunities. Consequently, the Kativik Regional Government will sign an agreement with the contractor aimed at offering employment to as many Inuit as possible based on certain terms and conditions such as competence and the availability of Inuit workers.



DSEYpaxnnlZL~qPw|\*sH"#s]]R\J4Ynu[3B]orYOU~[-M4-t@uwa<?;x11?>M

Bureau du sous-ministre

Sainte-Foy, le 15 octobre 1986

Administration régionale Kativik  
a/s Monsieur Yves Dubuc  
Case postale #9  
KUUJJUAK (QUÉBEC)  
JOM 1CO

OBJET: Système d'alimentation en eau potable - Kangiqsualujjuaq  
Notre dossier: 064-BJ382-10

Monsieur,

Dans le cadre de la demande d'autorisation du projet mentionné en titre et suite à la consultation de la Commission de la qualité de l'environnement Kativik, je vous informe que des renseignements supplémentaires sont nécessaires, afin de décider de l'assujettissement ou non du projet à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement et le milieu social.

Le promoteur fournira donc les informations suivantes:

- la justification du projet;
- la description technique du projet (étude d'ingénieur, plan et devis);
- la fiabilité du système quant à la source d'eau potable (qualité et quantité) et à la conduite d'amenée;
- le calendrier des travaux;
- les mesures de mitigation permettant de réduire les impacts sociaux résultant des travaux de construction.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le sous-ministre



JEAN-CLAUDE DESCHÊNES

c.c. Administration régionale Kativik, a/s du secrétaire  
Monsieur Jean-Paul Noël, directeur régional (10)

le 2 septembre 1986

M. Jean-Claude Deschênes  
Sous-ministre  
Ministère de l'Environnement  
3900, rue Marly  
STE-FOY (Québec)  
G1X 4E4

OBJET:       Système d'alimentation en eau potable  
              Kangiqsualujjuaq  
              Votre dossier: 064-BJ382-10

---

Monsieur le Sous-ministre,

La Commission a pris connaissance de la lettre de M. Yves L. Pagé du 3 juin dernier concernant le projet mentionné en rubrique.

Les renseignements préliminaires relatifs au projet sont incomplets et ne permettent pas à la Commission de se prononcer sur l'assujettissement du projet à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement.

La Commission demande donc au promoteur de lui fournir les informations techniques suivantes:

- 1- la justification du projet
- 2- la description technique du projet (étude d'ingénieur, plan et devis)
- 3- la fiabilité du système quant à la source d'eau potable (qualité et quantité) et à la conduite d'aménée
- 4- le calendrier des travaux

- 5- les mesures de mitigation permettant de réduire les impacts sociaux résultant des travaux de construction.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Sous-ministre,  
l'assurance de mes sentiments les plus distingués.

Le Président,

Peter Jacobs

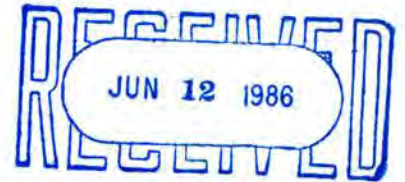
PJ/fb



Bureau du sous-ministre

Sainte-Foy, le 3 juin 1986

Monsieur Peter Jacobs  
Président de la Commission de la  
qualité de l'environnement Kativik  
Université de Montréal  
5829, rue Darlington  
Montréal, QC  
H3T 1T2



OBJET: Système d'alimentation en eau potable: Kangiqsualujjuaq  
Notre dossier: 064-BJ382-10

Monsieur le président,

Au nom du sous-ministre de l'Environnement, monsieur Jean-Claude Deschênes, je vous transmets une copie des renseignements préliminaires relatifs au projet mentionné en titre. J'en transmets également une copie aux autres membres du Comité ainsi qu'à son secrétaire.

Ces renseignements ont été envoyés au sous-ministre de l'Environnement le 26 mai dernier par monsieur Yves Dubuc, ingénieur en environnement de l'Administration régionale Kativik.

Conformément à l'article 192 de la Loi sur la qualité de l'environnement, je vous demande de faire parvenir au sous-ministre, dans les meilleurs délais, la décision de la Commission sur le besoin d'études d'impact pour ce projet.

Veuillez agréer, Monsieur le président, l'expression de mes meilleurs sentiments.

YVES L. PAGE  
Affaires nordiques et  
amérindiennes

c.c.: M. Jean-Claude Deschênes, sous-ministre  
Administration régionale Kativik, a/s du secrétaire  
M. Jean-Paul Noël, directeur régional par intérim (10)



ᑭᑎᑭᑦ ᓄᓄ ᑕᑕᑕᑕᑕᑕ ᑭᑎᑎᑎᑎᑎᑎ

Administration Régionale KATIVIK Regional Government  
P.O. Box 9, KUJJUAQ (Fort Chimo), Quebec J0M 1C0

Le 26 mai 1986

M. Jean-Claude Deschênes  
Sous-ministre  
Ministère de l'environnement  
3900 rue Marly  
6<sup>e</sup> étage  
Ste-Foy, QC  
G1X 4E4



**REÇU LE**

MAI 30 1986

Objet : Systeme d'alimentation en eau potable de Kangisualujjuaq  
N/Réf : 85.007.1

QUESTIONS NORDIQUES

Monsieur le sous-ministre,

Au nom de la corporation municipale de Kangisualujjuaq et conformément à l'article 190 de la Loi sur la qualité de l'environnement, veuillez trouver ci-joint quatorze copies d'un document donnant les informations préliminaires concernant le projet ci-haut mentionné. Ces informations vous sont transmises dans le but d'obtenir le certificat d'autorisation ou l'attestation visé à l'article 189 de la Loi.

Veuillez agréer, Monsieur le sous-ministre, l'expression de nos salutations distinguées.

Yves Dubuc  
Ingénieur en environnement

Pièces jointes  
c.c. Jean-Paul Noël



**CORPORATION OF THE NORTHERN VILLAGE OF  
KANGIQSUALUJJUAQ**

**PERMANENT DRINKING WATER INTAKE POINT AND  
DISTRIBUTION STATION**

**Preliminary information**

**Presented to:  
The Kativik Environmental Quality Commission**

**by:  
Kativik Regional Government  
Yves Dubuc, P. Eng.**

**May 1986**

## Promoter

Kativik Regional Government for the Corporation of the Northern Village of Kangiqsualujjuaq

Kativik Regional Government  
Environment Section  
P.O. Box 9  
Kuujuuaq, Québec  
J0M 1C0

## Project

Construction of a permanent water distribution system in Kangiqsualujjuaq.

The village will be supplied by lake #1 as shown on Plan L-1. This lake is approximately 2 km from the village and 120 m above it.

The main components of the project are:

- a water intake structure in the lake;
- an underground gravity feed suction pipe and an underground recirculation pipe;
- a water distribution station near the village; and
- a construction road to allow access to the lake for construction of the water intake.

The water distribution station is a 12 m x 14 m building which houses the following components:

- recirculation pumps to lake #1;
- truck filling pumps;
- a water reservoir (100 m<sup>3</sup>);
- an emergency electrical generator;
- an oil heating system for the building and the recirculated water; and
- a disinfection system using a chlorine solution.

The water will be distributed to the houses by trucks. This system is a major improvement because of the water supply's good quality and location away from any potential sources of pollution. Furthermore, the water will be disinfected



systematically and the distribution trucks will only have a short distance to travel between the filling station and the houses.

The main objective of the project is to provide the residents with a reliable water distribution system that will supply enough good quality water to meet their needs.

## **Alternatives**

There are no real alternatives to this project.

The present water point northeast of the village is of poor quality and could not supply the quantity of water needed.

The George River can not be used as a water supply because of saltwater intrusion due to the tidal action of Ungava Bay.

Other lakes in the vicinity of lake #1 did not present major advantages. Moreover, they are farther away from the village than lake #1 so the construction road would have had to be longer.

## **Other information**

The starting date for construction is August 1986 and its completion is before December 1986. The total cost of the project is just under 2 000 000 \$. It will employ approximately 15 workers.

After construction, the only visible structures will be the distribution building next to the municipal garage and the seven access manholes along the pipes. These manholes will be housed in small wooden shelters. Because of gravity feed for the supply pipe, there is no pumping station building at the lake and all pipes are buried.

annex 2 de 10 -

mandat  
Reynolds  
4 ans  
88,03,06

KANGIQSUALUJJUAQ

N/REF.: 2-2456.1

SOMMAIRE TECHNIQUE CONCERNANT LA RECHARGE DU LAC I

1.0 DONNEES TECHNIQUES D'APRES CARTE

Superficie du lac I: 8,6 hectares  
Superficie du bassin versant: 44 hectares (0,44 km<sup>2</sup>)  
Longueur: 750 mètres  
Largeur maximale: 150 mètres  
Volume du lac: 350 000 m<sup>3</sup> (estimé)  
Profondeur du lac: 6 m (estimé)

2.0 RECHARGE DU LAC I

La recharge du lac a été évaluée d'après la référence suivante:

Les régimes hydrologiques du Québec septentrional

Denis Lapointe

Québec 1977

Manuel no HP41, Ministère des Richesses Naturelles du Québec

Les hypothèses suivantes ont été retenues:

- Le lac est gelé 9 mois par année;
- Le remplissage se fait au printemps par une crue de 60 jours et par le débit d'étiage (90 jours).

Débit de crue:  $0,048 \text{ m}^3/\text{sec} = 4147 \text{ m}^3/\text{j}$

Débit d'étiage:  $0,0017 \text{ m}^3/\text{sec} = 146 \text{ m}^3/\text{j}$

Volume de la crue:  $60 \text{ jours} \times \frac{4147 \text{ m}^3/\text{j}}{2} = 124\,410 \text{ m}^3$

Volume d'étiage d'été:  $90 \text{ jours} \times 146 \text{ m}^3/\text{j} = \underline{13\,140 \text{ m}^3}$

Recharge totale  $= 137\,550 \text{ m}^3$

La recharge du lac est supérieure à la demande du village estimée à  $32\,318 \text{ m}^3/\text{année}$  en 2005.

Donc, la recharge du Lac I par le Lac II prévue à l'étude préliminaire ne serait donc pas requise.

### 3.0 VARIATION DU NIVEAU DU LAC

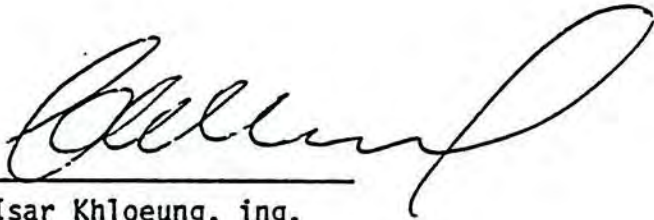
Hypothèse:

- le lac est plein à la fin de l'été;
- aucune alimentation du lac pendant 9 mois.

Volume requis pour alimenter le village en 9 mois =  $\frac{9 \text{ mois}}{12} \times 32\ 378 = 24\ 300 \text{ m}^3$

Baisse du Lac I =  $\frac{V\ 24\ 300 \text{ m}^3}{S\ 86\ 000 \text{ m}^2} = 0,280 \text{ m}$   
soit 280 mm

Prévoir une valeur supérieure à 300 mm.

Préparé par:   
*pour*, Isar Khloeung, ing.

Le 21 janvier 1986.

TABLEAU 1  
RECHARGE DU LAC  
VILLAGE DE KANGIQSUALUJJUAQ  
LAC NO 1

- Précipitations annuelles (P)	=	400 mm
- Déficit d'écoulement (D)	=	35 %
- Lame d'écoulement (LE = 0,65 P)	=	260 mm
- Superficie du bassin versant (Sg)	=	380 000 m <sup>2</sup>
- Recharge du lac (R = LE X Sg)	=	98 800 m <sup>3</sup>
- Besoins du village (BE)	=	32 318 m <sup>3</sup>
- Lac		
- Superficie (SL)	=	80 000 m <sup>2</sup>
- Longueur max. (L)	=	750 m
- Largeur max. (l)	=	150 m
- Profondeur max. (d)	=	6 m
- Volume total (VT)	=	350 000 m <sup>3</sup>
- Volume utile (1) (Vu)	=	110 000 m <sup>3</sup>
- Baisse du plan d'eau après 9 mois (B = $\frac{BE \times 9}{12 \times SL}$ )	=	0,30 m

*ellipse - 1016*  
*optimiste*

CONCLUSIONS:

1. Recharge suffisante. Pas besoin de réalimenter par Lac II.
2. Prévoir une baisse supérieure à 0,30 m du plan d'eau dans le lac.

(1) Volume en dessous du couvert de glace de 2 m d'épaisseur.

*Sphère*  
*calotte sphérique*

150 m D x 6 m  
53 127 m<sup>3</sup>

*calotte cylindrique*

270 324 m<sup>3</sup>

323 450 m<sup>3</sup>

*pyramide 150 x 150*  
*45 000 m<sup>3</sup>*

*prisme 450 x 150*  
*67 500 m<sup>3</sup>*

*total 112 500 m<sup>3</sup>*

KANGIQSUALUJJAQ

N/Réf.: 2-2456.1

SOMMAIRE TECHNIQUE

CONCERNANT LA CONDUITE D'ADDUCTION D'EAU AU VILLAGE

1.0 DESCRIPTION DU SITE

Le niveau du lac I se situe au niveau 138,2 m, tandis que le terrain actuel au poste d'alimentation en eau est d'environ 25,0. Le niveau maximum du terrain entre ces deux points atteint 148 mètres. (Voir plan et profil ci-joint.

2.0 SOLUTIONS ENVISAGEES

Nous avons envisagé deux solutions:

Alternative 1

Installation d'un poste de pompage au Lac I, conformément à l'étude préliminaire, et rejet d'eau pour maintenir le débit minimum.

Lac - Station pompage (chauffage eau) - Conduite d'amenée -  
Poste d'alimentation et de désinfection

## Alternative 2

Cette solution ne nécessite aucune station de pompage au Lac I. Cependant, une deuxième conduite est nécessaire pour la recirculation et le chauffage de l'eau.

Lac - Conduite d'adduction - Poste d'alimentation -  
Recirculation.

Nous avons étudié deux variantes pour l'alternative no 2:

- a) Conduite d'adduction installée en siphon, c'est-à-dire que la conduite se trouve en son point haut, au-dessus du gradient hydraulique et doit être amorcée à partir du poste de distribution.
- b) Conduite d'amenée gravitaire sans besoin d'amorçage en abaissant son point haut au gradient hydraulique.

## 3.0 DISCUSSION

### Alternative 1 - Poste de pompage au Lac I

Avantages:        Simplicité;  
                      Une seule conduite sans recirculation.

Désavantages:    Gaspillage de l'eau;  
                      Alimentation en huile à la station de pompage au lac;  
                      Visites fréquentes nécessaires de la part de  
                      l'opérateur;  
                      Accès difficile l'hiver.  
                      Construction d'un chemin d'accès par camion au Lac I.

Alternative 2 - Conduite en siphon ou gravitaire sans poste de pompage au Lac I

Variante a: Siphon

Cette variante offrait le coût minimum mais n'a pas été retenue à cause des raisons suivantes:

- Difficultés d'amorçage du siphon; cet amorçage nécessite un vide équivalent à 8,8 mètres d'eau, s'approchant trop du vide absolu d'environ 10 m.
- Il serait difficile d'évacuer l'air qui se formera au point haut de la conduite. En effet, la conduite est en pression négative et les purgeurs d'air conventionnels ne peuvent être utilisés. L'enlèvement de cet air nécessiterait l'utilisation de pompe à vacuum et de vannes spéciales.

Variante b: Conduite gravitaire sans amorçage:

(En abaissant le profil de la conduite par une excavation additionnelle de roc pour éliminer l'effet de siphon)

Avantages:

- Simplicité de fonctionnement;
- Aucun gaspillage de l'eau;
- Aucun poste de pompage au lac I;
- Tous les équipements sont au village;
- Cette solution ne demande pas de route aussi élaborée que l'alternative no 1, seulement une piste pour Muskeg ou quatre roues motrices.



#### 4.0 CHOIX DE LA SOLUTION

Nous avons évalué les coûts de l'alternative 1 "Station de pompage au lac" ainsi que l'alternative 2, variante b, "Conduite gravitaire (sans siphon) avec recirculation)".

La solution la plus économique est la conduite gravitaire avec recirculation d'eau chaude, pour un coût de construction de 2 457 000 \$, soit une économie de 244 500 \$ sur l'alternative 1. Nous recommandons donc la solution plus économique.

#### 5.0 DESCRIPTION DU SYSTEME RETENU

Conduites d'adduction et de recirculation:

Diamètres:	100 mm
Longueur:	2100 m ch.
Epaisseur d'isolation:	75 mm
Gaine de protection:	100 mils

Les deux conduites seront placées côtes à côtes dans une tranchée commune.

La conduite d'amenée fonctionnera de façon gravitaire.

L'eau sera recirculée à un débit de 2 l/sec et aura une température de 10°C. Le tableau no 1 résume le fonctionnement thermique.

Préparé par: \_\_\_\_\_  
Alain Barceloux, ing.

TABLEAU 1

KANGIQSUALUOJJAQ

RECIRCULATION DE L'EAU

Recirculation de l'eau	Année 2005		
	Débit moyen 1 l/sec	Débit jour (max) 2,3 l/sec	Débit nul 0 l/sec
Température de l'eau chauffée	10°C	10°C	10°C
Débit de recirculation	2 l/sec	2 l/sec	2 l/sec
Température à l'arrivée en tête de la conduite d'amenée	8,0°C	8,0°C	8,0°C
Température après le mélange (temps eau lac 0°C)	<del>5,3°C</del> 6,0°C	5,3°C	8,0°C
Débit conduite d'amenée	3 l/sec	4,3 l/sec	2 l/sec
Température au retour au poste	4,0°C	3,3°C	6,0°C
Temps - Parcours/conduite recir- culation	2,3 h	2,3 h	2,3 h
Temps - Parcours/conduite d'amenée	1,5 h	1,1 h	2,3 h
Temps d'un cycle	3,8 h	3,4 h	4,6 h

TABLEAU II

ESTIMATION DES COÛTS

CONDUITE D'ADDUCTION DU LAC I

AU POSTE D'ALIMENTATION

	<u>Alternative 1</u>	<u>Alternative 2</u> (variante b)
Station de pompage	138 500	-
Conduite d'adduciton	727 000	1 052 000
Poste d'alimentation en eau	710 000	710 000
Route	790 000	400 000
	<hr/>	<hr/>
Sous-total	2 365 000	2 162 000
Imprévus 20%	473 000	432 000
	<hr/>	<hr/>
Coût total des travaux	2 838 500	2 594 000
Frais de financement, honoraires et frais divers 25%	709 500	649 000
	<hr/>	<hr/>
COÛT TOTAL DU BUDGET	3 548 000	3 243 000

APPROVISIONNEMENT EN EAU  
POTABLE DE LA COMMUNAUTE  
DE KANGIOSUALUJJUAQ

ETUDE PRELIMINAIRE

DUPONT, DESMEULES ET ASSOCIES INC.  
Ingénieurs-conseils

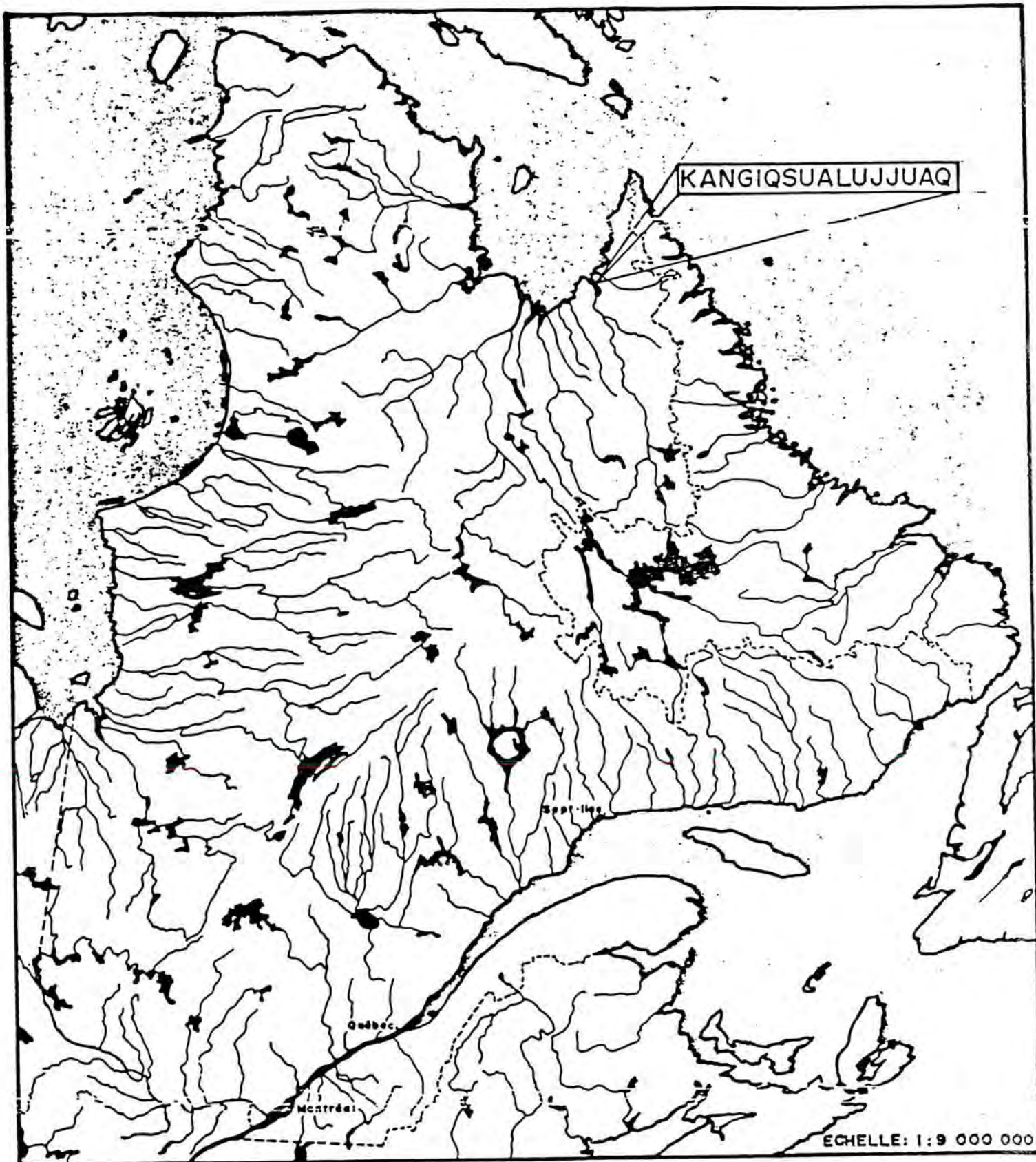
Par: 

Yves Dion, ing.

Par: 

Yvan Desmeules, ing.

Octobre 1984



ECHELLE: 1:9 000 000

**dupont  
desmeules**  
et associés inc.



ingénieurs conseils

PLAN DE  
LOCALISATION

Nous tenons à remercier les représentants de la Corporation du village nordique de Kangiqsualujjuaq ainsi que les employés de l'Administration régionale Kativik qui ont rendu possible cette étude et qui ont collaboré à sa réalisation.

APPROVISIONNEMENT EN EAU

POTABLE DE LA COMMUNAUTE

DE KANGIQSUALUJJUAQ

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION . . . . .	1
1.0 CONTRAINTES PHYSIQUES . . . . .	4
1.1 Localisation et topographie. . . . .	4
1.2 Sol. . . . .	4
1.3 Le climat. . . . .	4
1.4 Démographie. . . . .	5
2.0 APPROVISIONNEMENT EN EAU ET DISTRIBUTION. . . . .	6
2.1 Description du système d'approvisionnement en eau existant. . . . .	6
2.2 Sources d'eau disponibles. . . . .	7
2.3 Qualité de l'eau potable . . . . .	10
2.4 Recommandations quant aux choix de la source d'eau . . . . .	14
2.5 Améliorations au service existant d'alimen- tation et de distribution d'eau. . . . .	18
3.0 BESOINS EN EAU. . . . .	21
3.1 Consommation domestique. . . . .	21
3.2 Consommation institutionnelle. . . . .	22
3.3 Facteurs de pointe . . . . .	22
3.4 Protection-incendie. . . . .	23
3.5 Réserve en eau potable . . . . .	24

TABLE DES MATIERES

(suite)

	<u>Page</u>
4.0 CONCEPTION PRELIMINAIRE DES INSTALLATIONS PROPOSEES . . . . .	28
4.1 Prise d'eau . . . . .	28
4.2 Amenée d'eau jusqu'au village . . . . .	28
4.3 Conception préliminaire de la conduite d'amenée . . . . .	32
4.4 Station de pompage . . . . .	35
4.5 Réserve d'eau potable . . . . .	36
4.6 Remplissage des camions . . . . .	38
4.7 Protection-incendie . . . . .	39
4.8 Alimentation directe de certains consomma- teurs . . . . .	40
4.9 Conduite de rejet . . . . .	41
4.10 Réalimentation du lac 1 . . . . .	42
5.0 OPERATION DU SYSTEME PROPOSE . . . . .	44
5.1 Conditions d'hiver . . . . .	44
5.2 Conditions d'été . . . . .	45
6.0 ESTIMATION PRELIMINAIRE DES COUTS POUR LA REALI- SATION DES TRAVAUX . . . . .	47
6.1 Généralités . . . . .	47
6.2 Station de pompage et prise d'eau . . . . .	49
6.3 Conduite d'amenée . . . . .	50
6.4 Réserve d'eau potable et système de remplis- sage des camions . . . . .	51
6.5 Réalimentation du lac . . . . .	52
6.6 Résumé des coûts . . . . .	53



TABLE DES MATIERES

(suite)

	<u>Page</u>
7.0 ASPECT SOCIO-ECONOMIQUE . . . . .	54
7.1 Généralités . . . . .	54
7.2 Avantages des installations proposées . . .	55
7.3 Implications financières . . . . .	56
7.4 Comparaison de coûts entre l'utilisation d'une amenée d'eau par conduite ou un transport complet par des véhicules . . . .	57
CONCLUSION . . . . .	60
ANNEXE A - CHOIX DU DIAMETRE DES CONDUITES . . . . .	62
REFERENCES . . . . .	67
DESSINS TYPES	

LISTE DES TABLEAUX

		<u>Page</u>
TABLEAU 2-1	Analyse de l'eau . . . . .	11
TABLEAU 2-2	Capacité de la source d'eau pro- posée. . . . .	17
TABLEAU 3-1	Besoins en eau . . . . .	27
TALBEAU 7-1	Coût annuel (en dollars de 1984)	59a
TABLEAU A-1	Choix de la conduite . . . . .	64

LISTE DES DESSINS

DESSIN DT-002	Prise d'eau
DESSIN DT-003	Station de pompage
DESSIN DT-004	Conduite d'amenée - Profil préliminaire
DESSIN DT-005	Réserve d'eau potable
DESSIN DT-006	Remplissage des camions
DESSIN DT-007	Raccordement direct (entrée de service)

## INTRODUCTION

La mise en place d'équipements pour les services d'eau potable en milieu nordique doit tenir compte des problèmes reliés à cet environnement particulier. En ce sens, la planification de ces services et des coûts qui leurs sont associés doivent être fonction des diverses contraintes qui existent.

Un service adéquat doit permettre de fournir l'eau en quantité suffisante aux divers consommateurs et permettre, en cas d'urgence, de satisfaire aux besoins pour la protection-incendie. Un système bien planifié et convenablement opéré peut de plus, ce qui est important, aider à prévenir la propagation de maladies d'origine hydrique qui semblent actuellement courantes dans les petites communautés nordiques.

L'étude qui a été entreprise, selon le mandat qui nous fut confié, vise à définir les ouvrages qui pourraient être mis en place et les équipements nécessaires pour assurer un service d'alimentation en eau potable satisfaisant pour la population de la communauté de Kangiqsualujjuaq.

Actuellement, et malgré la volonté des responsables, le service offert à la population est déficient. Les conclusions que nous avons pu tirer ainsi que les recommandations émises dans ce rapport visent donc à éliminer cette lacune tout en essayant, dans les limites du possible, de minimiser les dépenses nécessaires. Après avoir étudié les sources d'eau potentielles, nous avons considéré la construction d'une prise d'eau permanente, d'une amenée par conduite jusqu'à une réserve d'eau disponible dans le village et des systèmes de pompage nécessaire pour l'amenée et le remplissage de camions citernes servant à la distribution. La conception préliminaire de tous ces ouvrages a été effectuée et les installations proposées ainsi qu'une estimation des coûts pour la réalisation des travaux sont présentées.

Différentes étapes ont été suivies dans la préparation de ce rapport. D'abord, une première visite a été effectuée à Kangiqsualujjuaq dans le cadre de ce projet à l'hiver de 1984. Les différentes sources possibles d'eau potable ont été inventoriées, et les contraintes ont été étudiées et discutées avec des représentants du conseil municipal. Différentes visites ont aussi été effectuées à Kangiqsualujjuaq dans le cadre d'autres projets, et des informations quant aux ressources en eau potable et au service de distribution disponible ont alors été recueillies.

Une étude de la situation existante et des besoins en eau de Kangiqsualujjuaq, et une estimation des coûts associés aux diverses solutions qui peuvent être envisagées pour l'alimentation et la distribution ont finalement permis d'établir les recommandations qui sont présentées dans ce rapport.

## 1.0 CONTRAINTES PHYSIQUES

### 1.1 Localisation et topographie

Le village de Kangiqsualujjuaq est situé au fond d'une petite baie sur la rive droite de la rivière George, près de son embouchure dans la baie d'Ungava. Les coordonnées du village sont de 58 deg. 42 min. de latitude nord et 65 deg. 58 min. de longitude ouest.

Le village est à l'extrémité sud-est d'une vallée encaissée dont l'orientation est de sud-est à nord-ouest.

### 1.2 Sol

D'après les études les plus récentes, le village repose sur une couche de pergélisol continu et la couche de mollisol (zone active) a une épaisseur qui varie de 0,8 à 1,5 m.

Le sol à l'intérieur des limites du village est surtout constitué de sable fin et grossier et de silt.

### 1.3 Climat

Le climat de Kangiqsualujjuaq est typique des régions sub-arctiques; les hivers sont longs, froids et secs et les étés sont courts, frais et humides. Les températures moyennes de janvier et juillet sont respectivement d'environ -23 degrés Celsius et de 10

degrés Celsius. La température minimale absolue est de l'ordre de -46 degrés Celsius.

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 400 mm d'eau, dont 40% tombent sous forme de neige. Le déficit annuel d'écoulement (partie de précipitation qui ne contribue pas à l'écoulement et au ruissellement des rivières) est de l'ordre de 35%.

#### 1.4 Démographie

Selon les données disponibles actuellement, la population de Kangiqsualujjuaq était en 1983 de 353 personnes. Le plan directeur du village prévoit un taux de croissance de la population de 3,5% annuellement pour les 10 prochaines années. Nous utiliserons ce taux jusqu'en 1994. Nous considérerons ensuite un taux de 3%.

La croissance de population estimée en fonction de ces taux est la suivante:

<u>Année</u>	<u>Nombre d'habitants</u>
1983	353
1984	378
1994	515
2004	692



## 2.0 APPROVISIONNEMENT EN EAU ET DISTRIBUTION

### 2.1 Description du système d'approvisionnement en eau existant

Différentes sources d'eau ont été utilisées pour alimenter en eau potable la communauté de Kangiqsualujjuaq.

Habituellement, l'eau provient d'un petit ruisseau qui coule des montagnes. Un réservoir en béton, avec un abri en bois non isolé mais chauffé a été aménagé de façon à permettre une accumulation d'eau et faciliter la tâche des opérateurs. Ce réservoir est à environ 2 km par route du village. Le réservoir plein contient environ 70 mètres cubes d'eau. L'apport en eau est toutefois insuffisant l'hiver pour suffir aux besoins de la communauté.

A l'hiver de 1984, les responsables du village ont construit un chemin d'hiver jusqu'au lac 2 montré sur le plan d'ensemble annexé. Ce lac est profond et a une capacité plus que suffisante pour alimenter la communauté en eau potable. Il est toutefois difficile d'accès en hiver, et il est impossible de l'atteindre en été sans construire une route qui impliquerait des travaux importants. En ligne droite, il est situé à 2,5 km au nord de la communauté, en dehors de la vallée où se trouve le village.

Un seul camion est actuellement utilisé, hiver comme été pour effectuer le transport de l'eau. Il ne suffit pas à la tâche et le service disponible est considéré comme insuffisant pour répondre au besoin de la population, surtout en hiver, alors qu'en conditions idéales, un maximum de 35 à 40 litres par personnes peut être distribué quotidiennement. Il arrive de plus souvent que dû à la température, il soit impossible d'atteindre le lac pendant plusieurs jours.

## 2.2 Sources d'eau disponibles

La visite des lieux à l'hiver 1984 a confirmé que la prise d'eau d'été au nord est du village ne permettrait pas d'alimenter le village en eau potable de façon satisfaisante. Le ruisseau qui alimente le réservoir gèle presque complètement et ne peut fournir le débit nécessaire. La qualité laisse de plus à désirer pendant plusieurs semaines au printemps.

Après avoir effectué un inventaire des solutions possibles et avoir discuté de la situation avec les responsables municipaux, trois lacs ont été étudiés en fonction de leur utilisation pour l'alimentation en eau potable. Ces trois lacs sont identifiés sur le plans d'ensemble annexé au présent document.

### Lac 1

Le lac 1 est situé à environ 1600 m en ligne droite à partir du village. L'eau y est d'une très bonne qualité. C'est ce lac qui suscite le plus l'intérêt des gens du village pour l'aménagement d'une prise d'eau.

Un couvert de glace de 1,5 mètre a été mesuré en avril 1984, et la profondeur d'eau sous le couvert de glace était alors de 8.3 m au point d'échantillonnage.

Le volume utile du lac est estimé être de l'ordre de 150 000 mètres cubes.

Le lac est situé sur le dessus des montagnes et son bassin versant est petit. La capacité de réalimentation du lac par les eaux de pluie est estimée être d'environ 50000 mètres cubes par année (année moyenne).

Environ 1200 m de nouvelle route seraient nécessaires pour atteindre le lac.

### Lac 2

Le lac 2 est situé à environ 1 km plus au nord que le lac 1, donc d'autant plus loin du village.

Ce lac a été utilisé comme source d'eau potable à l'hiver 1984. Un chemin d'hiver avait alors été construit.

Ce lac, par sa superficie et son volume est plus que suffisant pour répondre aux besoins en eau potable de la communauté.

L'épaisseur mesurée du couvert de glace en avril 1984 était de 1,5 m. La profondeur d'eau sous le couvert de glace, au milieu du lac était de 8,7 m.

### Lac 3

Le lac 3 est situé à 1800 m au nord-est du village et environ 1200 m de nouvelle route seraient nécessaires pour y avoir accès.

Ce lac est en tête du bassin versant qui alimente la prise d'eau utilisée actuellement.

Sa capacité serait suffisante pour alimenter le village, mais les personnes rencontrées sur place n'ont pas recommandé son utilisation car il semble que la qualité de l'eau s'y détériore beaucoup au printemps ou lors de pluies. Ceci s'explique très bien car le sol dans les limites du bassin versant alimentant ce lac est en forte proportion organique.

Il semble de plus que le lac 3 fasse partie d'un tracé ou les motoneiges circulent beaucoup, ce qui représente un risque de pollution.

## 2.3 Qualité de l'eau potable

### 2.3.1 Echantillonnage

Les lacs 1, 2 et 3 et la prise d'eau actuelle ont été échantillonnés. Le premier échantillonnage a été effectué en avril 1984, soit dans les conditions d'englacement les plus sévères. Seuls les trois lacs ont alors été échantillonnés car l'apport en eau à la prise d'eau était presque nul. Le second échantillonnage a été effectué en juillet 1984. Ce dernier devait être effectué plus tôt, de façon à pouvoir vérifier les effets de la fonte des neiges mais il n'a pu être réalisé à temps. Les conditions rencontrées lors du deuxième échantillonnage sont considérées comme les conditions normales d'été.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées par le laboratoire Sodexen Inc. Des mesures de pH ont aussi été effectuées sur le site lors de l'échantillonnage d'hiver. Ces résultats sont présentés au tableau 2.1.

TABLEAU 2-1  
ANALYSE DE L'EAU

KANGIQSUALDJJUAQ (GEORGE RIVER)

Paramètres	Résultats						Prise actuelle 27/07	Limite recommandée (1)	Objectif (1)
	Lac 1		Lac 2		Lac 3				
	09/04/84	27/07	09/04/84	27/07	09/04/84	27/07			
pH (sur le terrain)	6,3	-	6,4	-	6,2	-	-	6,5-8,5	-
pH (laboratoire)	5,1	6,1	5,1	6,4	5,2	6,2	6,4	6,5-8,5	-
Couleur vraie (UCV)	4	6	4	12	6	12	9	<15	15
Alcalinité (mg/l-CaCO <sub>3</sub> )	2	2	3	5	4	3	3	-	-
Turbidité (UTN)	1,2	0,3	0,36	,55	0,24	0,58	0,40	5	<1
Dureté totale (mg/l-CaCO <sub>3</sub> )	8	3,8	6	5,6	6	5,6	3,8	-	-
Matières en suspension (mg/l)	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	-	-
Matières totales (mg/l)	21	13	27	13	15	16	11	-	-
Nitrates (mg/l-N)	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	10	<0,001
Chlorures (mg/l)	5	3	4	4	4	4	2	250	<250
Sulfates (mg/l)	<2	0,2	<2	<2	<2	<2	<2	500	<150
Per (mg/l)	<0,05	0,10	<0,05	0,07	0,09	0,09	0,02	0,3	<0,05
Manganèse (mg/l)	<0,03	0,008	<0,03	0,008	<0,03	<0,002	0,006	0,05	<0,01
Sodium (mg/l)	3,3	2,1	3,0	2,7	2,6	2,6	1,9	-	-
Épaisseur de la glace (m)	1,5	-	1,5	-	1,4	-	-	-	-

(1) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, 1978

Note: Les dates indiquées sont celles de l'échantillonnage

Les échantillons ont dans le cas des lacs été recueillis en surface. Ils ont tous été conservés dans des bouteilles fournies par le laboratoire, dans lesquelles les préservatifs nécessaires avaient été inclus. Les échantillons ont été gardés au frais mais, à cause des problèmes de transport, les délais normalement prescrits entre l'échantillonnage et l'analyse n'ont pu être respectés, ce qui affecte sûrement la précision des résultats obtenus.

#### 2.3.2 Interprétation des résultats d'analyse

Tous les paramètres physico-chimiques sauf le pH sont en dedans des limites recommandées pour l'eau potable par le Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social.

Les résultats de l'échantillonnage et des analyses en laboratoire permettent de tirer les conclusions suivantes sur la qualité des lacs étudiés et de la prise d'eau actuelle.

- La qualité de l'eau des trois lacs étudiés est considérée comme très bonne, et à peu près équivalente tout au moins lors des échantillonnages. L'eau du lac 1 avait

toutefois une couleur passablement moins élevée que les deux autres lors de l'échantillonnage d'été. En fait, la qualité de l'eau de ce lac sera normalement plus constante à cause de la nature du sol du bassin versant.

- Les valeurs de pH mesurées sont basses, surtout en hiver. Peu importe quelle source d'eau sera utilisée, ce paramètre devrait donc être contrôlé régulièrement et possiblement réajusté. La différence entre les valeurs mesurées sur le terrain et en laboratoire lors de l'échantillonnage d'hiver sont un indice du faible pouvoir tampon de cette eau.
  
- L'alcalinité mesurée est faible dans tous les cas. Ce résultat est peut être dû au délai entre la prise de l'échantillon et l'analyse. Quoiqu'il en soit, l'eau de ces lacs doit être considérée comme faible en alcalinité et elle risque donc d'être corrosive. Des précautions seront donc nécessaires dans le choix d'équipements (tuyauterie, réservoirs, etc.) qui seront en contact avec l'eau. Ces lacs seront aussi très sensible aux impacts qui pourraient affecter le pH. Malgré la distance des sources de pollution, les pluies



acides peuvent donc affecter beaucoup la qualité de cette eau.

La profondeur des lacs étudiés étant assez importants, l'effet du couvert de glace semble peu important et ne pas causer de différence notable de l'hiver à l'été sur les concentrations des différents paramètres mesurés.

#### 2.4 Recommandations quant aux choix de la source d'eau

Suite à l'inventaire des ressources en eau potable disponibles, à l'analyse de la qualité de l'eau des différentes sources possibles et à la consultation des responsables du village, les conclusions suivantes ont été tirées.

1.0 La prise d'eau actuelle ne peut définitivement pas satisfaire aux besoins. Le débit passant y est trop faible en hiver et, selon les représentants du village, la qualité de l'eau laisse à désirer au printemps, et lors de fortes pluies. Nous recommandons donc que son utilisation soit abandonnée dès qu'une solution alternative sera disponible.

2.0 L'utilisation du lac 3 ne présente pas d'avantage par rapport aux lacs 1 et 2. Il n'est pas plus rapproché ou plus facilement accessible du village et, la qualité de l'eau y est semble-t-il mauvaise au printemps. Son utilisation n'est donc pas recommandée.

3.0 La qualité de l'eau des lacs 1 et 2 est à toutes fins pratiques équivalente, sauf que l'eau du lac 1 est, à cause de son bassin versant, moins affectée par le ruissellement du printemps. La capacité du lac 1 est toutefois de beaucoup inférieure à celle du lac 2 et il peut plus difficilement suffir aux besoins du village. Le lac 1 est environ 1 km plus proche du village, et il est plus facilement accessible.

Les lacs 1 et 2 sont retenus comme sources d'eau potentielles. Chacun présente des avantages et des désavantages, et en considérant une amenée jusqu'au village, nos recommandations sont d'utiliser le lac 1 plutôt que le lac 2. Les principales raisons de ce choix sont:

A/ Il est plus près du village. Les coûts pour le transport de l'eau vers le village sont donc moins élevés à partir du lac 1 que du lac 2, peu importe si on prévoit transporter l'eau par des camions ou

par des conduites. Il est toutefois important de noter que un et l'autre de ces lacs sont difficiles d'accès pour des véhicules citernes.

B/ De par sa localisation, il y a très peu de chances que le lac 1 soit contaminé, et la nature du sol de son bassin versant laisse prévoir une qualité d'eau constante.

C/ Les responsables du village semble avoir une préférence envers le lac 1.

Le bassin du lac 1 a une faible superficie (voir tableau 2-2). En fait, la demande annuelle moyenne en eau potable prévue pour 2004 correspond environ à 75% de la capacité annuelle moyenne de réalimentation du bassin versant, ce qui laisse une faible marge de sécurité.

Notre recommandation d'utiliser le lac 1 comme source d'eau tient donc compte d'une réalimentation artificielle saisonnière du lac 1 à partir du lac 2 par une conduite d'été.

Ces installations seront plus économiques que de prévoir une alimentation permanente entre le lac 2 et le village. L'eau sera de plus pompée du lac 2 en été alors que sa qualité est excellente, ce qui permettra d'emmagasiner au lac 1 une eau dont la qualité sera très constante.

TABLEAU 2-2

KANGIQSUALUJJUAQ

CAPACITE DE LA SOURCE D'EAU PROPOSEE

	Lac 1 (source proposée)	Lac 2 (réalimentation)
Superficie du lac (m car)	40 000	240 000
Volume utile du lac (1) (m cu)	150 000	1 000 000
Superficie du bassin versant (m car)	190 000	3 300 000
Capacité annuelle de réalimentation du bassin versant (2) (m cu/an)	50 000	850 000
Besoin en eau pendant la saison de gel (9 mois, 2004) (m cu)		
.1 Avec recirculation	21 400	--
.2 Sans recirculation	49 200	--
Besoin en eau annuel (2004, 30% de sécurité)		
.1 Avec recirculation	37 000	--
.2 Sans recirculation	73 200	--

(1) Estimé en fonction des profondeurs mesurées à l'hiver 1984. Le volume utile présente la quantité d'eau disponible sous la glace.

(2) En tenant compte d'une précipitation annuelle moyenne de 400 mm et d'un déficit annuel d'écoulement de 35%.

Il faut toutefois préciser que même si le lac 1 doit être réalimenté, il ne peut y avoir de pénurie d'eau en une seule année. Avec seulement une réalimentation naturelle, le lac à lui seul peut en effet suffir à la demande du village pendant quelques années.

#### 2.5 Améliorations au service existant d'alimentation et de distribution d'eau

Le service d'alimentation en eau potable offert à la population de Kangiqsualujjuaq ne permet pas actuellement de distribuer une quantité d'eau potable considérée comme suffisante, surtout en hiver et au printemps. Il ne permet pas non plus de suffir aux pointes, surtout en cas d'incendie ou une quantité importante d'eau doit être disponible en peu de temps. Ce service doit donc être amélioré, et des infrastructures doivent être prévues pour augmenter le débit d'eau distribué, permettre une distribution régulière et aussi assurer une qualité d'eau constante.

Idéalement, un système complet de distribution et de collecte des eaux par conduites pourrait être installé dans le village, éliminant complètement le besoin de véhicules pour le transport. Ce service serait toutefois très coûteux pour une communauté telle que Kangiqsualujjuaq, et nous considérons que des installations aussi complètes ne devraient pas être prévues pour les prochaines années, mais plutôt à

une phase ultérieure. Ainsi et selon notre mandat, nous n'étudierons pas la possibilité de construire un aqueduc et un égout sanitaire, mais les installations que nous proposons sont prévues pour être compatibles avec de tels réseaux.

Actuellement, un excellent service peut être offert en construisant une prise d'eau permanente, ainsi qu'une conduite d'amenée jusqu'à une réserve d'eau située dans le village et facilement accessible d'où les camions citernes pourront s'alimenter. Ces derniers n'auront alors qu'à effectuer la distribution aux habitations. Certains consommateurs pourront alors être raccordés directement aux conduites qui seront installées et qui traverseront une partie du village.

Un tel système permettra d'offrir un excellent service, autant pour l'alimentation en eau que la protection-incendie. Des installations nécessaires au traitement et à la désinfection de l'eau peuvent aussi très bien y être intégrées, et on s'assure ainsi d'une qualité d'eau plus constante.

De telles installations devraient être implantées globalement, en une seule étape, ce qui permettra d'atteindre rapidement un bon niveau de service, et sera avantageux pour la population.

Une réalimentation annuelle artificielle à partir du lac 2 doit être prévue. Cette réalimentation ne sera peut être pas nécessaire à toutes les années, mais les installations doivent de toute façon être en place et prêtes à être utilisées.

Une conduite d'été et une pompe actionnée par un moteur diesel seraient alors utilisées pendant le temps nécessaire pendant l'été.

Une nouvelle route devra être construite et permettre un accès jusqu'au lac 1. Un chemin d'accès devra être prévu jusqu'au lac 2; ce chemin pourra constituer un embranchement de la route menant au lac 1.

### 3.0 BESOINS EN EAU

La quantité d'eau nécessaire pour répondre aux besoins d'un village nordique dépend de plusieurs facteurs dont: la qualité de l'eau, le mode de distribution qui peut limiter la quantité disponible, l'importance de la consommation institutionnelle (industries, hotels, écoles, centre communautaires, etc.), et les besoins pour la protection incendie. Les infrastructures d'approvisionnement doivent donc être conçues en fonction de ces besoins.

#### 3.1 Consommation domestique

Les besoins domestiques en eau potable d'une communauté s'évaluent en multipliant une consommation journalière unitaire par la population prévue à la fin de la période de conception, que nous fixons ici à 20 ans.

La consommation unitaire varie selon le mode de distribution d'eau et le type d'installations domestiques. Ainsi, pour un système de distribution par camions citernes et des accessoires de plomberie domestique à débit réduit tels ceux installés actuellement dans les maisons rénovées ou les nouvelles unités d'habitation, la consommation journalière moyenne est estimée à 90 l/pers./d, d'après le "Manuel d'aménagement des réseaux de services publics en climat froid". Cette consommation



unitaire a été accrue jusqu'à 110 l/pers/d en 2004 pour tenir compte des modifications des habitudes de la population qui auront de moins en moins à penser à économiser l'eau.

### 3.2 Consommation institutionnelle

La consommation institutionnelle varie suivant les types d'industries ou de services présents. Dans le cas de Kangiqsualujjuaq, nous n'avons prévu l'implantation d'aucune industrie importante, et la consommation institutionnelle a été estimée à 200 l/d pour le dispensaire et à 10 l/étudiant/d pour l'école. On assume que 30% de la population fréquentera l'école, soit les enfants de 6 à 16 ans.

### 3.3 Facteurs de pointe

Les facteurs de pointe sont les estimations des proportions entre le débit moyen et les débits extrêmes journalier ou horaire. Les installations qui seront construites devront pouvoir répondre aux débits de pointe.

Lorsque la livraison d'eau est effectuée par des camions citernes, la journée de consommation maximale est habituellement le lundi, et le facteur de pointe journalier que nous utilisons est de l'ordre de 2,3. Aucun facteur de pointe horaire n'est prévu à cause du mode de distribution d'eau.

Si un réseau d'aqueduc vient à être construit, le facteur de pointe horaire s'appliquera aux pompes assurant la distribution et à la conception du réseau. La réserve pourra alors fournir la différence entre le débit d'amenée jusqu'au village et le débit de pointe horaire.

#### 3.4 Protection-incendie

Les besoins en eau pour combattre les incendies sont fonction principalement du type de bâtiment à protéger et du risque de voisinage, c'est-à-dire, la possibilité de propagation du feu à des bâtiments voisins. Pour les communautés nordiques, on utilise généralement un débit incendie de l'ordre de 15 litres/sec. (200 GIPM). Ce débit doit être disponible pendant au moins deux heures.

Cette norme ne s'applique toutefois que dans les cas où un réseau d'aqueduc peut assurer le transport de l'eau. Lorsque la livraison est faite par camion, la quantité d'eau disponible pour combattre les incendies devrait être suffisante pour répondre à la capacité de transport de tous les camions à eau en état d'opération, ceci étant le facteur limitant quelque soit le besoin.

### 3.5 Réserve en eau potable

Une réserve d'eau doit être aménagée en dedans des limites du village. La réserve aura l'avantage d'assurer la disponibilité d'un volume d'eau minimum en cas de panne du système d'approvisionnement, d'assurer une quantité facilement accessible pour les besoins de protection-incendie, et de permettre le remplissage des camions avec un débit plus important que ce que peuvent donner seules la station de pompage au lac et la conduite d'amenée.

Une telle réserve sera absolument nécessaire si un réseau d'aqueduc était construit afin de réduire la grosseur de la conduite d'amenée requise.

Le calcul du volume nécessaire à la réserve est fonction des paramètres suivants:

#### 3.5.1 Réserve de production (RP)

En cas de panne du système d'alimentation, la réserve de production pourra fournir pendant deux jours le débit de consommation journalière moyenne. Elle servira en opération normale de réserve d'équilibre de façon à compenser pour la pointe imposée pendant les périodes où les camions opèrent.

### 3.5.2 Réserve-incendie (RI)

La réserve-incendie comprendra idéalement le volume nécessaire pour fournir le débit d'incendie pendant au moins 2 heures. Il devient toutefois inutile de prévoir un volume de réserve-incendie supérieur à ce que le système en place de distribution d'eau et de protection-incendie peuvent utiliser. On distinguera donc la réserve-incendie souhaitable, qui représente le volume d'eau normalement requis pour fournir le débit d'incendie pendant deux heures et la réserve-incendie minimale qui tient compte de la capacité des camions disponibles à fournir de l'eau.

Si on considère l'aménagement d'une réserve-incendie seulement, sans aménée d'eau par conduite, on choisira la réserve minimale.

### 3.5.3 Réserve souhaitée

Réserve souhaitée = RI plus RP

### 3.5.4 Réserve minimale

La réserve minimale est déterminée en tenant compte du débit maximum qui pourra être transporté par les camions disponibles en cas d'incendie. Dans le cas de Kangiqsualujjuaq,

on considère, si la distance est courte entre le lieu du séisme et la réserve, 8 voyages en deux heures.

Nous proposons, dans une première phase de développement, de construire la réserve minimale, mais de choisir le site de façon à réserver l'espace nécessaire pour un agrandissement éventuel.

TABLEAU 3-1  
BESOINS EN EAU (1)

	Unité	Année		
		1984	1994	2004
Population	hab.	378	515	692
Consommation unitaire	l/d	90	100	110
Consommation institutionnelle	l/d	1 292	1 544	1 850
Consommation journalière moyenne	l/d	35 312	53 044	77 970
Consommation journalière maximale (facteur de pointe: 2,3)	l/d	81 218	122 000	179 331
Débit d'alimentation jusqu'au village (débit journalier max)	l/s GUSM	0,94 14,9	1,41 22,4	2,08 32,9
Réserve de production (RP)	l	71 000	106 000	156 000
Débit d'incendie	l/s GUSM	15 240	15 240	15 240
Réserve-incendie (RI)				
- souhaitable	l	108 000	108 000	108 000
- minimale	l	55 000	55 000	55 000
Réserve totale				
- RP plus RI souhaitable	l	178 000	214 000	264 000
- RP plus RI minimale	l	136 000	161 000	211 000

(1) Distribution aux habitations par des camions citernes.

#### 4.0 CONCEPTION PRELIMINAIRE DES INSTALLATIONS PROPOSEES

##### 4.1 Prise d'eau

La prise d'eau au lac sera constituée d'une conduite de polyéthylène de 75 mm de diamètre isolée au bout de laquelle une crépine en acier inoxydable sera installée. Cette conduite sera posée selon les indications au dessin type DT-002.

Un câble chauffant électrique à isolation minérale sera placé à l'intérieur de cette conduite de suction. Il sera contrôlé par un thermostat, et n'opérera qu'en cas de besoin, pour empêcher le gel de la conduite de suction. La conduite de suction reliera la crépine à la station de pompage qui sera construite immédiatement sur le bord du lac.

##### 4.2 Amenée d'eau jusqu'au village

Les conditions extrêmes rencontrées en milieu nordique impliquent l'utilisation de techniques spéciales pour la construction et l'opération de conduites pour le transport de l'eau.

Il est impossible en zone de pergélisol d'enfouir les conduites sous la ligne de gel. Les conduites doivent donc être posées hors terre, ou enfouies à faible profondeur, dans la zone de mollisol (zone active). Nous avons retenu cette dernière solution puisque l'enfouissement permet une protection des conduites,

et les températures minimales extrêmes sont alors amorties par le sol et la couche de neige.

Les conduites et l'eau qu'elles transportent doivent être protégées contre le gel, et un apport d'énergie est alors inévitable. Les conduites seront nécessairement isolées et plusieurs techniques peuvent ensuite être utilisées pour empêcher l'eau contenue dans les conduites de geler. On peut chauffer cette eau par un câble chauffant contrôlé thermostatiquement placé à l'intérieur ou sur la surface extérieure de la conduite. L'eau peut aussi être chauffée avant d'être pompée dans la conduite; on doit alors assurer une circulation continue de celle-ci. La circulation implique l'installation d'une conduite de retour en plus de la conduite d'amenée ou un rejet permanent de l'eau qui n'est pas utilisée au village. La circulation d'eau chauffée, que ce soit avec une conduite double (amenée et retour) ou simple (amenée seulement) est plus économique au niveau énergétique, parce que le rendement pour chauffer l'eau est plus efficace et compense amplement pour les besoins de pompage. De plus, l'électricité vendue par Hydro-Québec pour un câble chauffant est considérée comme utilisée pour le chauffage, et elle est facturée au prix coûtant, ce qui est plus de 10 fois supérieur aux taux normaux. Les échangeurs de chaleur utilisés pour chauffer l'eau qui est circulée peuvent tirer leur



énergie de l'huile à chauffage. La circulation d'eau chauffée est donc la solution la plus avantageuse, et cette méthode est recommandée.

Différents matériaux peuvent être considérés pour les conduites et leur isolation. Nous proposons l'utilisation de conduites en polyéthylène dont les joints seront effectués par presso-fusion. Ce matériau présente plusieurs avantages.

- peu sujet à la corrosion
- manutention et transport facile (légèreté)
- il peut subir des cycles de gel et de dégel sans fendre
- il ne devient pas fragile lorsqu'il est froid
- il est suffisamment flexible pour suivre sans problème le profil du terrain.

Le polyéthylène est le seul tuyau qui, tout en demeurant économique, puisse être accidentellement gelé sans être irrémédiablement détérioré, et cette qualité est presque essentielle pour une conduite dont l'opération dépend nécessairement d'éléments mécaniques: pompes, thermostats, échangeurs de chaleur. La résistance du polyéthylène à la corrosion est aussi très avantageuse puisque les eaux du lac, selon les analyses effectuées, doivent être considérées comme corrosives.

La méthode la plus simple et la plus économique d'isoler les conduites pour ce type d'application est d'utiliser de la mousse de polyuréthane. Les sections de conduites sont isolées en usine, ce qui est plus économique et permet un meilleur contrôle de qualité. Le polyuréthane est protégée par un revêtement de polyéthylène.

Les différents joints sont isolés au chantier. La méthode la plus simple pour de longues conduites est l'utilisation de demi-coquilles de polyuréthane préfabriquées en usine. Celles-ci sont ensuite recouvertes et protégées par un manchon thermo-rétractable à chacun des joints.

Puisqu'il existe toujours un risque de gel de l'eau contenue dans la conduite, il est essentiel de prévoir une méthode efficace pour parer à un arrêt temporaire de la circulation ou pour remettre la conduite en fonction si elle venait à geler. La méthode la plus simple et qui requiert le moins de manipulations est l'utilisation d'un câble chauffant électrique, qui ne sera toutefois utilisé qu'occasionnellement, en cas de mauvais fonctionnement du système de circulation normal ou pour dégeler une section ou toute la conduite.

#### 4.3 Conception préliminaire de la conduite d'amenée

Deux solutions différentes ont été étudiées pour l'amenée d'eau par conduites jusqu'au village à partir du lac 1.

A) Amenée d'eau jusqu'au village et retour de l'eau non utilisée pour assurer une circulation constante. Cette solution implique l'installation de deux conduites isolées en parallèle et de pompes de recirculation au village. On évite ainsi le gaspillage d'eau potable.

B) Amenée d'eau jusqu'au village et rejet de l'eau non utilisée pour assurer une circulation continue en période de gel. Une seule conduite est alors nécessaire entre le lac et le village. Cette solution implique le rejet d'environ 25 000 mètres cubes d'eau par année.

Qu'une ou l'autre des deux solutions soient retenues, les installations pour la réalimentation du lac 1 à partir du lac 2 doivent être prévues.

Les avantages et désavantages de chacune de ces solutions ont été considérés, et la solution B est recommandée pour les raisons suivantes:

- Une seule conduite sera nécessaire et il ne sera pas nécessaire d'avoir de pompes de circulation et d'échangeur de chaleur pour une conduite de retour.
- L'eau ne sera chauffée que pour être amenée jusqu'au village. Avec une recirculation, il aurait fallu la chauffer à nouveau avant de la repomper vers le lac.
- Les besoins en réalimentation à partir du lac 2 seront plus importants, mais cette différence est négligeable si on considère les coûts qu'impliquerait un retour de l'eau non utilisée jusqu'au lac pendant l'hiver.

Les capacités des lacs 1 et 2 et de leurs bassins versants sont présentés à la section 2, tableau 2-2. La conduite d'amenée entre le village et le lac 1 sera posée selon le tracé et le profil préliminaire montré au plan d'ensemble et sur le dessin type DT-004. La longueur de la conduite prévue est de 2000 m.

Le diamètre intérieur que nous proposons pour la conduite est de 75 mm (3 po.) (voir Annexe A). Ce diamètre est supérieur à ce qui est nécessaire pour fournir le débit prévu, mais il est considéré comme minimum afin de permettre l'arrêt de la circulation pendant un certain temps sans causer le gel de la

conduite. Il permettra aussi dans le futur, si jamais la consommation totale du village augmente plus que prévu, de satisfaire à cette demande supérieure en eau potable.

La conduite sera isolée de 50 mm de polyuréthane posé en usine.

Nous ne prévoyons pas de conduite de retour et l'eau sera simplement rejetée à la rivière George lorsque les réservoirs seront pleins.

La conduite sera placée dans une tranchée et recouverte d'au moins 500 mm d'un matériau non gélif.

Des vannes "casse vide" permettront d'empêcher une trop grande dépression dans la conduite et des vannes de vidange aux points bas permettront un drainage complet en cas d'urgence. Enfin, des vannes d'échappement d'air placées à tous les points hauts permettront l'élimination d'éventuelles poches d'air dans la conduite.

Ces vannes seront installées dans des petits abris qui devront nécessairement être légèrement chauffés et qui seront construits au point hauts de la conduite. Des contrôles de température et de pression de l'eau y seront aussi installés.

Le câble chauffant, qui ne servira qu'en cas d'urgence, sera glissé dans un caniveau posé sur le dessus de la conduite isolée. Des thermostats de contrôle seront posés environ à tous les 300 m ou moins de façon à ce que le câble chauffant puisse être alimenté électriquement en sections d'environ 150 m.

#### 4.4. Station de pompage (au lac 1)

La station de pompage permettra de refouler l'eau du lac 1 jusqu'au point le plus haut de la conduite de refoulement, et jusqu'au village. Deux pompes centrifuges seront utilisées, dont une ne servira qu'en cas de panne de la première. Chacune des pompes devra pouvoir fournir le débit journalier maximum qui est pour 1994 de 1,41 l/s (22 GUSM) et pour 2004 de 2,08 l/s (33 GUSM). Puisque ces débits sont faibles, nous recommandons de choisir immédiatement des pompes pouvant fournir le débit nécessaire pour les 20 prochaines années, ce qui correspond au débit calculé pour une baisse de température de 3 deg. C. à 1 deg. C entre la station de pompage et la réserve d'eau potable au village, et ce en conditions de froid extrême (-40 deg. C).

Un échangeur de chaleur eau-eau activé par une chaudière et des brûleurs à l'huile permettra de chauffer l'eau avant de la pomper dans la conduite d'amenée. La température à laquelle l'eau sera

chauffée à l'entrée dépendra de la température à l'arrivée au village, qui elle est fonction des conditions climatiques.

Une pré-chloration sera effectuée avant que l'eau ne soit chauffée et refoulée vers le village. On évitera ainsi la prolifération de micro-organismes dans l'échangeur de chaleur, la conduite de refoulement et les réservoirs d'eau potable. Deux pompes doseuses contrôlées par le signal d'un débit-mètre seront utilisées à cette fin.

Une génératrice d'urgence, à départ automatique en cas de panne de courant, permettra le pompage et le chauffage de l'eau. On évitera ainsi le gel de la prise d'eau de la station de pompage et de la conduite de refoulement.

Un schéma de la station de pompage proposée est montré au dessin type DT-003.

#### 4.5 Réserve d'eau potable

La réserve d'eau potable construite à Kangiqsualujjuaq devra contenir 161 000 litres, soit de quoi satisfaire à la consommation des dix prochaines années en plus d'inclure le volume minimum nécessaire à la protection incendie (c.f. tableau 3-1).

Ces réservoirs seront installés dans un bâtiment chauffé qui contiendra en plus les pompes de remplissage des camions, et les installations pour le traitement et la désinfection de l'eau.

Le bâtiment sera prévu pour contenir les réservoirs supplémentaires nécessaires pour former la réserve souhaitable dans 20 ans, soit un total de 264000 litres. Le bâtiment devra toutefois être agrandi si on veut y inclure des installations de pompage pour un réseau complet d'aqueduc, et le terrain choisi pour la construction devra tenir compte de cette contrainte.

Les réservoirs seront préfabriqués en acier, et traités pour contenir de l'eau potable. On installera d'abord quatre réservoirs de 45000 litres (10000 GI), et l'espace ainsi que l'aménagement intérieur prévus seront fonction de deux autres réservoirs identiques futurs. Ils seront normalement reliés en série, mais la tuyauterie sera prévue pour que chacun des réservoirs puisse être isolé pour l'entretien.

L'aménagement intérieur proposé pour cette bâtisse est montré au dessin type DT-005.

La bâtisse abritant les réservoirs devrait être installée le plus près possible des plus gros bâtiments. Nous proposons de l'installer près de



l'école. Cette localisation de la réserve d'eau potable permettra de raccorder directement l'école qui est sûrement le plus important consommateur d'eau de la communauté.

#### 4.6 Remplissage des camions

Deux pompes et deux sorties sont prévues pour le remplissage des camions. Les pompes seront contrôlées de l'extérieur ou de l'intérieur. Sur la conduite de décharge de chacune des pompes, un compteur d'eau digital, qui sera remis à zéro après chaque remplissage, permettra à l'opérateur de connaître le volume pompé et d'éviter les débordements des réservoirs de camions et l'accumulation de glace dans la zone de circulation.

Les pompes seront de type centrifuge, et chacune pourra emplir un camion en environ 3 minutes.

Le boyau de remplissage sera placé avec des pentes pour se drainer vers le camion ou vers l'intérieur de la bâtisse une fois la pompe arrêtée. Le tout sera monté sur pivot pour éviter le bris si le boyau est heurté. Le dessin type DT-006 montre le type d'installation proposée.

Une sortie sera prévue sur les conduites reliant les réservoirs afin que les camions puissent être emplis

en utilisant leur propre pouvoir en cas de panne du système de remplissage normal. Les opérateurs utiliseront alors une conduite de succion en caoutchouc raccordée par des joints à accouplement rapide.

Une glissière de protection sera posée afin d'éviter que les camions ne puissent frapper la bâtisse en manoeuvrant.

#### 4.7 Protection-incendie

En plus du système de remplissage des camions qui pourra remplir rapidement ces derniers en cas d'incendie, une pompe spécifique sera installée afin de permettre l'utilisation de boyaux raccordés directement à la station de pompage, ce qui est avantageux si, comme nous le proposons, la réserve d'eau potable est installée près des plus gros bâtiments du village.

Une pompe de 30 l/s (500 GUSM) contre 45 m de tête est proposée. Celle-ci serait actionnée par un moteur diesel, ce qui en permettrait l'utilisation pour combattre un incendie ou tout simplement pour emplir les camions en cas de panne d'électricité.

La pompe sera raccordée à une sortie double, à l'extérieur de la bâtisse où les boyaux pourront être raccordés. Une vanne de contrôle automatique permettra un retour de l'eau au réservoir en cas de surpression sur cette conduite.

Puisque la conduite de rejet vers la rivière traverse le village, la pompe incendie, par un jeu de vanne, pourra y refouler de l'eau. Ainsi, des raccords seront prévus à tous les 100 m sur cette conduite, ce qui permettra aux pompiers d'y raccorder leurs boyaux en cas d'incendie.

#### 4.8 Alimentation directe de certains consommateurs

En installant la conduite d'amenée et celle de rejet vers la rivière selon le tracé proposé au plan de localisation, on peut raccorder directement au système plusieurs unités de logement existantes.

Une entrée de service par unité ou des entrées communes pour les habitations jumelées seront utilisées. Ces entrées de service seront constituées d'une conduite d'amenée et de retour, et la circulation y sera forcée par une pompe de circulation située dans la maison. Le principe proposé pour ces entrées de service est montré au dessin-type DT-007.

Les réservoirs et les pompes de surpression dans les habitations devront être conservés puisque la pression dans les conduites d'amenée et de rejet ne seront pas nécessairement suffisantes. Les débits d'alimentation des maisons pourront aussi être contrôlés de façon à ce que la demande ne soit pas trop forte, ce qui risquerait d'affecter la circulation dans les conduites et pourrait être une cause de gel. Le nombre de consommateurs raccordés devra être contrôlé de façon à assurer que les débits et température de circulation seront suffisantes.

#### 4.9 Conduite de rejet

La conduite de rejet de l'eau non utilisée sera en polyéthylène et répondra aux mêmes spécifications que la conduite d'amenée jusqu'au village. Elle sera installée selon le tracé préliminaire proposé au plan de localisation.

Une vanne de contrôle de pression sera installée à l'aval de cette conduite de façon à assurer qu'elle opérera en charge. Un regard de chasse, avec un syphon doseur permettra un rejet intermittent, à un débit beaucoup plus important que le débit passant dans la conduite.

#### 4.10 Réalimentation du lac 1

Afin de compenser le faible bassin versant du lac 1, des installations doivent être prévues pour réalimenter le lac 1 pendant l'été.

Une conduite d'été, qui n'aura donc pas à être isolée devra être installée entre le lac 2 et le lac 1. Deux pompes seront utilisées pour refouler l'eau.

Pour les mêmes raisons que dans le cas de la conduite d'amenée, la conduite de réalimentation sera en polyéthylène.

Le diamètre de la conduite sera de 100mm, ce qui permettra, à un débit de 6 l/s (95 GUSM), de compenser pour le déficit en eau en au plus 4 semaines lors des années de faibles précipitations.

Les pompes seront installées dans un abri non isolé, placé près du lac 2. Chacune des pompes sera actionnée par un moteur diesel indépendant. Une seule pompe sera opérée à la fois. La seconde ne servira qu'en cas de panne de la première.

Une prise d'eau sera installée pour chacune des pompes. Celles-ci seront constituées d'une conduite en polyéthylène au bout de laquelle une crépine en acier inoxydable sera posée.

## 5.0 OPERATION DU SYSTEME PROPOSE

### 5.1 Conditions d'hiver

L'eau sera pompée du lac, chauffée et refoulée jusqu'au village. Aucun retour d'eau n'a été prévu et l'eau qui ne sera pas utilisée au village sera rejetée à la rivière George. Un système de vannes automatiques permettra au besoin le remplissage des réservoirs ou le rejet vers la rivière.

Une des pompes de la station de pompage fonctionnera donc continuellement pendant l'hiver alors que la seconde ne servira qu'en cas de bris de la première, mais nous recommandons une alternance.

Le chauffage de l'eau sera réglé selon la température extérieure pour que l'eau pompée entre dans la conduite à une température minimum afin d'atteindre la réserve au village à température d'au moins 1 deg. C. Un contrôle de température et une vanne trois voies permettront de choisir la température de l'eau refoulée dans la conduite. Nous recommandons que ce réglage soit fait manuellement. Cette méthode assurera une présence régulière d'un responsable qui pourra détecter les anomalies de fonctionnement. L'opérateur pourra alors aussi mieux comprendre et suivre le fonctionnement du système.

Une vanne de contrôle du débit en fonction de la température de l'eau sera installée sur la section aval de la conduite d'amenée, donc juste avant les réservoirs d'eau potable. Cette vanne modulante sera raccordée à un contrôle de température et permettra d'assurer que l'eau ne gèle pas dans la conduite, que le débit ne dépasse pas les limites de conception, et qu'il n'y aura pas de gaspillage inutile d'eau potable. Ce contrôle permettra aussi de conserver un écoulement en charge dans la conduite d'amenée.

Les câbles chauffants contrôlés thermostatiquement ne seront mis en fonction qu'en cas d'arrêt de la circulation pour conserver l'eau à une température minimum ou au pire, pour dégeler la conduite et la remettre en fonction si un problème a provoqué le gel de celle-ci.

Puisque l'accès au lac est difficile, nous recommandons que l'utilisation d'un véhicule sur chenilles soit prévu, pour l'entretien et le transport de l'huile à chauffage.

## 5.2 Conditions d'été

En été, la circulation et le chauffage de l'eau ne sont plus nécessaires pour prévenir le gel et seront arrêtés.



Les pompes de la station de pompage ne seront alors opérées que selon un signal émis en fonction de la pression, donc de la demande au village.

La réalimentation à partir du lac 2 sera effectuée selon le besoin, de façon à assurer un volume maximal d'eau dans le lac 1 à l'automne.

## 6.0 ESTIMATION PRELIMINAIRE DES COÛTS POUR LA REALISATION DES TRAVAUX

### 6.1 Généralités

Cette section présente une estimation des coûts des travaux proposés. Nous avons tenu compte des conditions particulières inhérentes à la construction en milieu nordique, et les coûts ont été prévus en considérant que l'ensemble des travaux seront effectués selon un seul contrat par un entrepreneur compétent.

Les coûts directs tiennent compte de la fourniture des matériaux, de leur transport et de leur installation et des coûts d'organisation de chantier, de pension et de transport des ouvriers. Les coûts indirects comprennent l'ingénierie (conception et surveillance), les expertises de sol, les montants de financement et les contingences.

Les estimations de coûts ont été effectuées en fonction des données géotechniques disponibles pour le village ou ses environs. Une étude géotechnique spécifique à ce projet sera nécessaire pour la conception finale des installations, et l'estimation finale pourra au besoin être réajustée en fonction des contraintes particulières qui ne pouvaient être prévues en phase préliminaire.

Le coût du raccordement direct de divers utilisateurs n'a pas été compilé dans les coûts du projet. Ces coûts devront être assumés par les propriétaires eux-mêmes, que ce soient la Société d'habitation du Québec, la commission scolaire ou autres.

Nous estimons que le coût de raccordement de chacune des habitations est d'environ 2000\$ si la distance entre la conduite principale et la bâtisse est inférieure à 15 m.

KANGIOSUALUJJUAQ

COÛTS DE CONSTRUCTION (en dollars 1984)

Description des travaux	Unités	Quantité	Coût unitaire	Coût total
<u>6.2 Station de pompage et prise d'eau</u>				
Bâtisse préfabriquée, incluant radier de gravier, fondations, chauffage, raccords électriques	global			40 000
Pompes centrifuges, 2,1 l/s (33 GUSM) contre 15 m de tête incluant les contrôles l'installation et le raccordement	unité	2	5 000	10 000
Echangeurs de chaleur, bouilloire, incluant les contrôles, l'installation, et le raccordement	global			25 000
Débit-mètre, pompes doseuses et réservoirs d'hypochlorite, incluant l'installation	global			8 000
Tuyauterie, vannes, pièces spéciales	global			5 000
Génératrice d'urgence, incluant contrôles, raccordement, installation	global			20 000
Conduite de succion, isolée, avec câble chauffant et contrôles, crépine, incluant raccords et installation	global			20 000
				<hr/>
		Sous-total :		128 000

KANGIQSUALUJJUAQ

COÛTS DE CONSTRUCTION (en dollars 1984)

Description des travaux	Unité	Quantité	Coût unitaire	Coût total
<u>6.3 Conduite d'amenée</u>				
Conduite de polyéthylène, 75 mm de diamètre isolée de 50 mm de polyuréthane, posée, incluant les raccordements	m. lin.	2 000	175	350 000
Câble électrique chauffant mis en place le long de la conduite incluant les raccordements et les contrôles	m. lin.	2 000	25	50 000
Vannes d'échappement d'air et casse vide incluant abri chauffé	unité	3	10 000	30 000
TTOG, 300 mm de diamètre pour protection de la conduite	m. lin.	30	100	3 000
Ligne électrique aérienne (par Hydro-Québec)	km	2,0	40 000	80 000
Route d'accès (du village au lac 1) (montant provisionnel)	global			100 000
			Sous-total	<u>613 000</u>

KANGIQSUALUJJUAQ

COÛTS DE CONSTRUCTION (en dollars 1984)

Description des travaux	Unité	Quantité	Coût unitaire	Coût total
<b>6.4 Réserve d'eau potable et système de remplis- sage des camions</b>				
Bâtisse préfabriquée, incluant le radier de gravier, les fondations et la dalle de béton, le chauffage et les raccordements électriques	global			330 000
Accès à la bâtisse et aire de manoeuvre	global			5 000
Réservoir d'eau potable de 45000 l (10000 GI) incluant l'installation	unité	4	20 000	80 000
Pompes centrifuges, 20 l/s (320 GUSM) à 8 m moteur de 3 H.P., incluant l'ins- tallation	unité	2	7 500	15 000
Débit mètre, pompes doseuses et réservoirs d'hypochlorite, incluant l'installation	global			8 000
Tuyauterie, vannes et pièces spéciales	global			30 000
Jauge de contrôle de remplissage des camions	unité	2	4 000	8 000
Conduite de rejet vers la rivière, en polyéthylène, 75 mm de diam. isolée	m. lin.	600	150	90 000
Câble électrique chauf- fant mis en place le long de la conduite, incluant les raccordements et les contrôles	m. lin.	600	25	15 000
TTOG 300 mm de diam. pour protection de la conduite	m. lin.	60	100	6 000

KANGIQSUALUJJUAQ

COÛTS DE CONSTRUCTION (en dollars 1984)

Description des travaux	Unité	Quantité	Coût unitaire	Coût total
Pompe de 30 l/s (500 GUSM) contre 45 m de tête, avec moteur diesel approuvés U.L. incluant l'installation et les raccordements	global			40 000
				<hr/>
		Sous-total		627 000
 <u>6.5 Réalimentation du lac</u>				
Conduite en polyéthylène 100 mm, posée, incluant les raccordements et la pose	m.lin.	650	40	26 000
Conduites de suction avec crépine, incluant les raccordements et l'installation	global			3 000
Pompe centrifuge, avec moteur diesel 6 l/s (95 GUSM)	unité	2	15 000	30 000
Bâtisse pour abriter les pompes	global			5 000
Route d'accès (Montant provisionnel)	global			50 000
				<hr/>
		Sous-total		114 000

## 6.6 Résumé des coûts

### 1 - Coûts directs

- station de pompage et prise d'eau	128 000
- conduite d'amenée	613 000
- réserve d'eau potable et système de remplissage des camions	627 000
- réalimentation du lac	114 000
- organisation du chantier, mobilisation, démobilisation	100 000

Sous total

---

1 582 000\$

### 2 - Coûts indirects (15%)

237 000\$

GRAND TOTAL (en dollars de  
septembre 1984)

---

1 819 000\$

Pour la réalisation des travaux proposés, un budget de 1 820,000\$ devrait donc être prévu.



## 7.0 ASPECT SOCIO-ECONOMIQUE

### 7.1 Généralités

Actuellement, le service d'alimentation en eau potable est insuffisant pour répondre au besoin. Cette situation prévaut malgré la volonté des responsables car ils ne disposent pas des équipements nécessaires mais surtout parce que la source d'eau actuelle ne peut fournir un débit suffisant, particulièrement en hiver. Une nouvelle source d'eau potable est donc recommandée, et la prise d'eau existante doit être abandonnée.

Les sections précédentes de ce rapport ont présenté les différentes composantes du système d'alimentation en eau potable qui est proposé pour le village de Kangiqsualujjuaq. Cette section vise maintenant à définir les avantages de ce système par rapport à un service qui ne reposerait que sur l'utilisation de véhicules ainsi que de définir et de comparer les implications financières d'une ou l'autre méthode pour l'alimentation en eau.

Il est important de mentionner que l'accès aux lacs disponibles sera difficile pour des véhicules citernes.

## 7.2 Avantages des installations proposées

Le fait de construire une prise d'eau permanente, une station de pompage, une conduite d'amenée d'eau jusqu'au village et une réserve d'eau potable présente plusieurs avantages, dont la valeur économique est souvent difficilement quantifiable mais qui doivent néanmoins être considérés.

- La disponibilité en tout temps d'une quantité d'eau facilement accessible. En conditions nordiques, c'est là la seule façon qui puisse permettre d'assurer un service régulier et de répondre aux demandes de pointe.
- On peut assurer une qualité d'eau plus constante par un traitement et une désinfection contrôlée. L'eau du lac ne risque pas d'être affectée par les camions qui circulent sur la rive et qui reculent souvent jusque dans l'eau pour être emplis.
- L'économie réalisée au niveau des services de santé est difficile à évaluer mais elle joue sûrement en faveur de l'implantation d'un système d'alimentation qui permet de minimiser les risques de contamination.
- On évite la circulation régulière de véhicules lourdement chargés dans la côte qui sera nécessaire pour atteindre le lac proposé, ce qui est exigeant pour la machinerie.
- Des camions peuvent être utilisés à l'année pour la distribution alors que s'il faut aller jusqu'au lac, des muskeqs doivent absolument être utilisés l'hiver si on veut pouvoir assurer un service le moins régulièrement. Toutefois, même avec des muskeqs, il faut prévoir des périodes où le service sera interrompu à cause de conditions météorologiques défavorables et de la distance à parcourir.
- La distance à parcourir par les véhicules est moins grande et ainsi, moins de véhicules sont nécessaires si l'eau est pompée jusqu'à une réserve centrale au village. On estime que pour offrir un service équivalent, le nombre de véhicules nécessaires est le suivant (voir méthode de calcul en 7.4):

Avec réserve centrale :

1 camion/300 personnes

Transport à partir du lac :

1 camion/250 pers. l'été

1 muskeq/125 pers. l'hiver

- La route d'accès vers les lacs 1 et 2 ne demandera que peu d'entretien parce que la circulation y sera peu importante.
- Puisque moins de véhicules sont utilisés, moins d'espace de garage est nécessaire car les véhicules pour le transport de l'eau doivent être remisés dans un endroit chaud.
- L'école et d'autres consommateurs peuvent être alimentés directement à partir des conduites d'amenée et de rejet. Des entrées de service avec circulation continue seront alors nécessaires.
- La disponibilité d'une réserve d'eau facilement accessible est essentielle pour permettre une protection-incendie qui puisse être efficace. Les pertes causées par les incendies dans les différentes communautés du Nouveau-Québec sont fréquentes et représentent des sommes considérables à toutes les années.
- On prévoit pour ces installations une durée de vie de 20 ans; elles peuvent en réalité durer beaucoup plus longtemps. Ce n'est évidemment pas le cas pour l'argent investi dans des véhicules.
- Les installations qui sont proposées pourront être utilisées directement si un réseau d'aqueduc complet vient à être construit.

### 7.3 Implications financières

#### - Coût d'amortissement

Le coût total de réalisation du projet est estimé à 1 820 000\$. En considérant le remboursement du capital et des intérêts sur une période de 20 ans, si un taux de 14% est appliqué (facteur = 0,15099), le coût annuel d'amortissement sera constant et égal à 275 000\$ pendant cette période.

- Coût d'opération

Le coût annuel d'opération, selon nos estimations est de :

. Coût de pompage (refoulement, remplissage des camions) et de chauffage de l'eau	16 000
. Chauffage des bâtiments et abris	25 000
. Personnel (1/2 homme-année)	12 000
. Pièces de rechange	5 000
	<hr/>
(en dollars de 1984)	58 000\$

A ce coût, il faut ajouter le coût d'opération des véhicules qui seront nécessaires.

7.4 Comparaison de coûts entre l'utilisation d'une amenée d'eau par conduite ou un transport complet par des véhicules

Le but de cette section est de comparer les coûts entre le système d'amenée d'eau par conduites jusqu'à une réserve au village tel qu'il est proposé dans ce rapport et un transport par des véhicules du lac jusqu'au village.

Nous avons utilisé pour déterminer le nombre de véhicules nécessaires l'équation suivante:

$$N = \frac{2145}{1,02 d + 6.55}$$

N = nb de personnes desservies par un camion

d = distance de la source au village (km)  
(établi à 0,5 km pour une réserve centrale)

Cette équation a été développée à partir des équations présentées dans le "Manuel d'aménagement des réseaux de services publics en climat froid".

La valeur de N a été réduite de 50% lorsque l'utilisation de muskeqs est prévue.

Le coût de véhicules que nous avons utilisé est fonction de l'achat de véhicules neufs, dont le montant est amorti sur 4 ans ( $F = 0,3432$  pour un taux d'intérêt de 14%), donc sur la durée de vie normale d'un tel véhicule. Les coûts d'exploitation qui comprennent l'entretien des véhicules et la main-d'oeuvre nécessaire doivent aussi être inclus. On considère alors deux opérateurs et on prévoit un montant pour les réparations et l'entretien. Tous ces coûts sont en dollars de 1984.

	Coût d'achat (1984) *	Coût amorti	Coût d'exploit- tation	Coût annuel total (en dollars de 1984)
Camion citerne	58 000	20 000	70 000	90 000
Muskeq citerne	78 000	27 000	70 000	97 000

\*Incluant le transport

On considère finalement que si ces deux types de véhicules sont utilisés sur une base saisonnière, leur coût annuel respectif est de 65% du coût annuel total.

Le tableau 7-1 présente les coûts annuels comparés d'une alimentation en eau selon les installations proposées dans ce rapport versus un transport complet par des véhicules. Dans ce dernier cas, le coût d'amortissement sur 20 ans de la route d'accès à été ajouté. Ce coût n'inclut pas l'entretien.

Bien sûr, plusieurs des avantages du système d'amenée d'eau proposé énumérés en 7.2 peuvent représenter une valeur économique importante qui ne peut être mis en évidence au tableau 7-1, mais qui doit être considérée.

TABLEAU 7 - 1  
KANGIQSUALUJJUAQ

COÛT ANNUEL (EN DOLLARS DE 1984)

ANNÉE	POP	VÉHICULES SEULEMENT			RÉSERVE CENTRALE			
		Nb de véhicules	Amortissement de la route (1)	Coût annuel total	Nb de véhicules	Amortissement du syst. (1)	Opération du syst.	Coût annuel total
1985	378	2C, 3M	30 000	336 000	2C	275 000	58 000	513 000
1990	449	2C, 4M	21 000	390 000	2C	194 000	58 000	432 000
1995	530	3C, 5M	16 000	507 000	2C	145 000	58 000	383 000
2005	713	3C, 6M	9 000	563 000	3C	81 000	58 000	409 000

C = camion

M = muskeq

(1) Dans le but de comparer les investissements le coût d'amortissement a été reporté à sa valeur en dollars de 1984 en supposant un taux d'inflation constant de 6% jusqu'en 2005.

## CONCLUSION

Le service actuel de distribution d'eau potable offert à la population de Kangiqsualujjuaq est déficient. Il est actuellement impossible d'offrir un service régulier et suffisant, surtout en hiver, et cette situation s'empire d'ailleurs au fur et à mesure que des habitations sont construites ou rénovées et équipées d'une plomberie complète.

Il devient donc nécessaire de prévoir des infrastructures afin de pouvoir offrir un meilleur service d'alimentation en eau potable. Le nombre de véhicules devra nécessairement être augmenté, mais pour assurer un service adéquat, nous considérons comme essentiel de prévoir des infrastructures qui permettront d'acheminer de l'eau jusqu'au village. Nous avons proposé dans ce rapport le type d'installations qui, nous croyons, peuvent répondre au besoin et améliorer grandement la situation.

Des installations pour l'amenée d'eau par des conduites jusqu'au village nécessitent évidemment un investissement initial important. Les coûts peuvent sembler supérieurs à ce qu'il en coûterait de simplement augmenter le nombre de véhicules citernes, mais ces installations seront plus durables, et plus économique à moyen et long terme. C'est aussi ce qui



est important, la seule façon dont on peut assurer un service adéquat.

Les installations proposées sont même, à notre avis, plus économiques à court terme si on attribue une valeur monétaire raisonnable à tous les avantages qui ont été mentionnés à la section 7.

Nous suggérons qu'avec ces installations et sur une base expérimentale, des essais d'utilisation d'énergie éolienne soient effectués. Cette énergie douce ne peut définitivement remplacer l'électricité ou le pétrole, mais pourrait fournir de façon économique un appoint pour le chauffage de l'eau ou de bâtiments.

Finalement, nous tenons à souligner qu'un relevé de terrain et une étude géotechnique seront nécessaires avant la production de plans et devis. Les échéanciers devront donc être prévus pour que ces travaux sur le terrain puissent être réalisés l'été.

## ANNEXE A

### CHOIX DU DIAMETRE DES CONDUITES

Le diamètre proposé pour les conduites d'amenée a été choisi en considérant les critères suivants :

- Le débit d'alimentation pour satisfaire à la demande;
- Le débit et la température de l'eau nécessaires pour prévenir le gel;
- Les pertes de charge
- Le temps de gel si la circulation est arrêtée.

Les pertes de charge ont été calculées à l'aide de l'équation de Hazen-Williams, en utilisant un coefficient C de 150.

Les pertes de chaleur ont été calculées en utilisant les équations de pertes de chaleur en conduite définies à la section 15 du "Manuel d'aménagement des réseaux de services publics en climat froid". Ces calculs ont été effectués sur calculatrice programmable.

En phase de calcul préliminaire, les critères suivants ont été utilisés :

- Les diamètres intérieurs des conduites ont été considérés comme étant standard à 50,75 et 100 mm. Ces diamètres varient en réalité légèrement d'un fabricant à l'autre et selon la classe de conduite choisie;

- Nous avons négligé la capacité isolante de la paroi de polyéthylène des conduites.
- L'isolation a été fixée à 50mm de polyuréthane. Nous supposons, en phase préliminaire et après discussion avec des manufacturiers, que c'est l'épaisseur maximale qui puisse être appliquée sur des conduites de petit diamètre de polyéthylène sans provoquer trop de problèmes de fabrication, de transport et sans impliquer des coûts excessifs.
- La température ambiante minimale a été fixée à -40 deg. C.

Le tableau A-1 présente les résultats de différents calculs effectués pour trois diamètres différents de conduites, selon les conditions spécifiques de ce projet.

Selon ces résultats, nous avons retenu en conception préliminaire un diamètre de 75mm. Ce choix est fonction de plusieurs facteurs, et en particulier:

- La conduite de 50 mm pourrait à la rigueur fournir le débit journalier maximum prévu pour dans 20 ans. Ce diamètre ne permettrait toutefois pas de satisfaire à une demande plus importante advenant une baisse de consommation provoquée par la construction d'un réseau d'aqueduc, l'implantation d'une industrie, etc.

TABLEAU A-1  
KANGIOSUALUJJUAQ  
CHOIX DE LA CONDUITE

Longueur de la conduite : 2000 m  
 Epaisseur d'isolant : 50 mm

	Diamètre (mm)		
	50	75 (1)	100
Débit prévu (Q jour max, 2004) (l/s)	2,08	2,08	2,08
Pertes de charge (m/km)	23,3	3,2	0,8
Débit max admissible (l/s) (2)	2,0	4,0	8,0
Temps pour atteindre 0 deg. C (heures) (3)	0,4	0,7	1
Temps total de gel (heures) (4)	1,6	2,9	4,2

(1) Diamètre recommandé

(2) Pour une vitesse maximale en conduite de 1m/s

(3) Temps pour passer de 1 deg. C (pires conditions) à 0 deg. C à une température ambiante de -40 deg. C.

(4) Temps pour un gel complet (nucléation) d'une section de conduite à partir d'une température initiale de l'eau de 1 deg. C. et à une température ambiante de -40 deg. C.

- Advenant un arrêt temporaire de la circulation, une conduite de 50 mm gèlera à notre avis trop rapidement si les câbles chauffant ne sont pas immédiatement mis en opération.
  
- Une conduite de 100 mm impliquerait un apport d'énergie plus important pour l'opération qu'une conduite de 75 mm (pompage et chauffage de l'eau). Les vitesses de circulation y seraient aussi inférieures et les pertes de chaleur par friction y seraient plus faibles que pour une plus petite conduite. Le coût à l'achat et à l'opération est passablement plus élevé.
  
- Nous avons choisi comme débit de circulation le débit journalier maximum pour 2004. Ce débit sera constant et il est considéré comme le débit minimum qui doit être pompé au village. Un débit supérieur impliquerait un gaspillage d'eau potable et d'hypochlorite de sodium.
  
- C'est le débit à passer qui a été le paramètre de base pour la conception. L'énergie à fournir en chaleur est de toute façon à peu près équivalente si on augmente le débit et qu'on diminue la température de l'eau à l'entrée dans la conduite ou vice versa.

La conduite de rejet de l'eau non utilisée aura le même diamètre et les mêmes caractéristiques que la conduite d'amenée. Les raisons de ce choix sont les mêmes que pour la

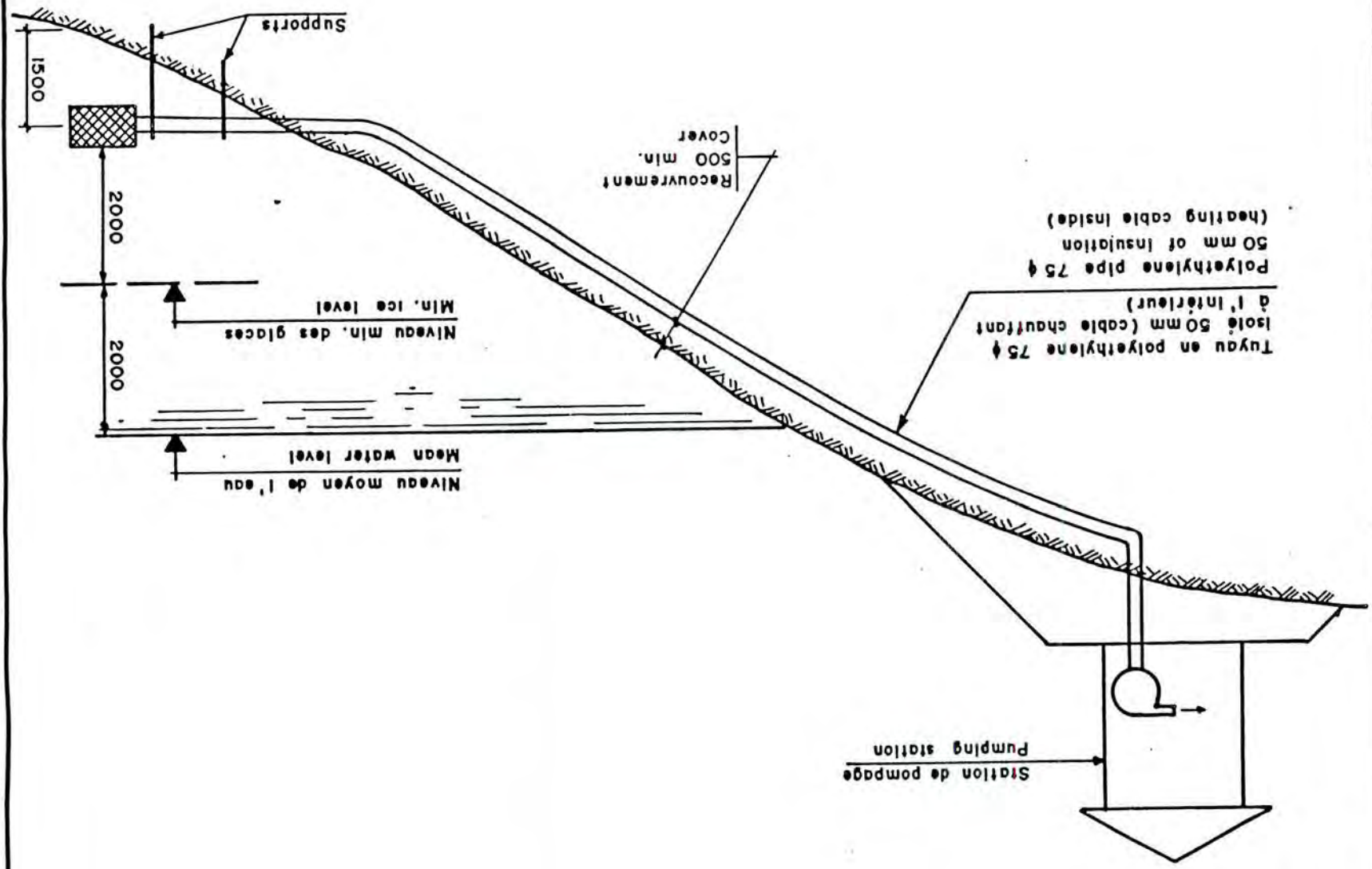
conduite d'amenée. Les raisons de ce choix sont les mêmes que pour la conduite d'amenée et ceci permettra en plus une standardisation des matériaux.

## REFERENCES

- 1) Administration régionale Kativik. Kangiqsualujjuaq, plan directeur 1982
- 2) Les Consultants Pluritec. Etude de sol de la disposition des déchets solides et investigation préalable pour l'approvisionnement en eau souterraine, 1981
- 3) Environnement Canada. Manuel d'aménagement des réseaux de services publics en climat froid. Rapport EPS3-WP-79-2.
- 4) Johnston, G.H. Permafrost Engineering Design and Construction, Wiley and Sons, 1981.
- 5) Ministère des Richesses naturelles. Climat du Québec septentrional, Québec, 1967.
- 6) Services de protection de l'environnement. Services municipaux en territoire inuit. Rapport préparé à la demande du Conseil des Ministres pour le S.A.G.M.A.I., 1978.

DESSINS TYPES

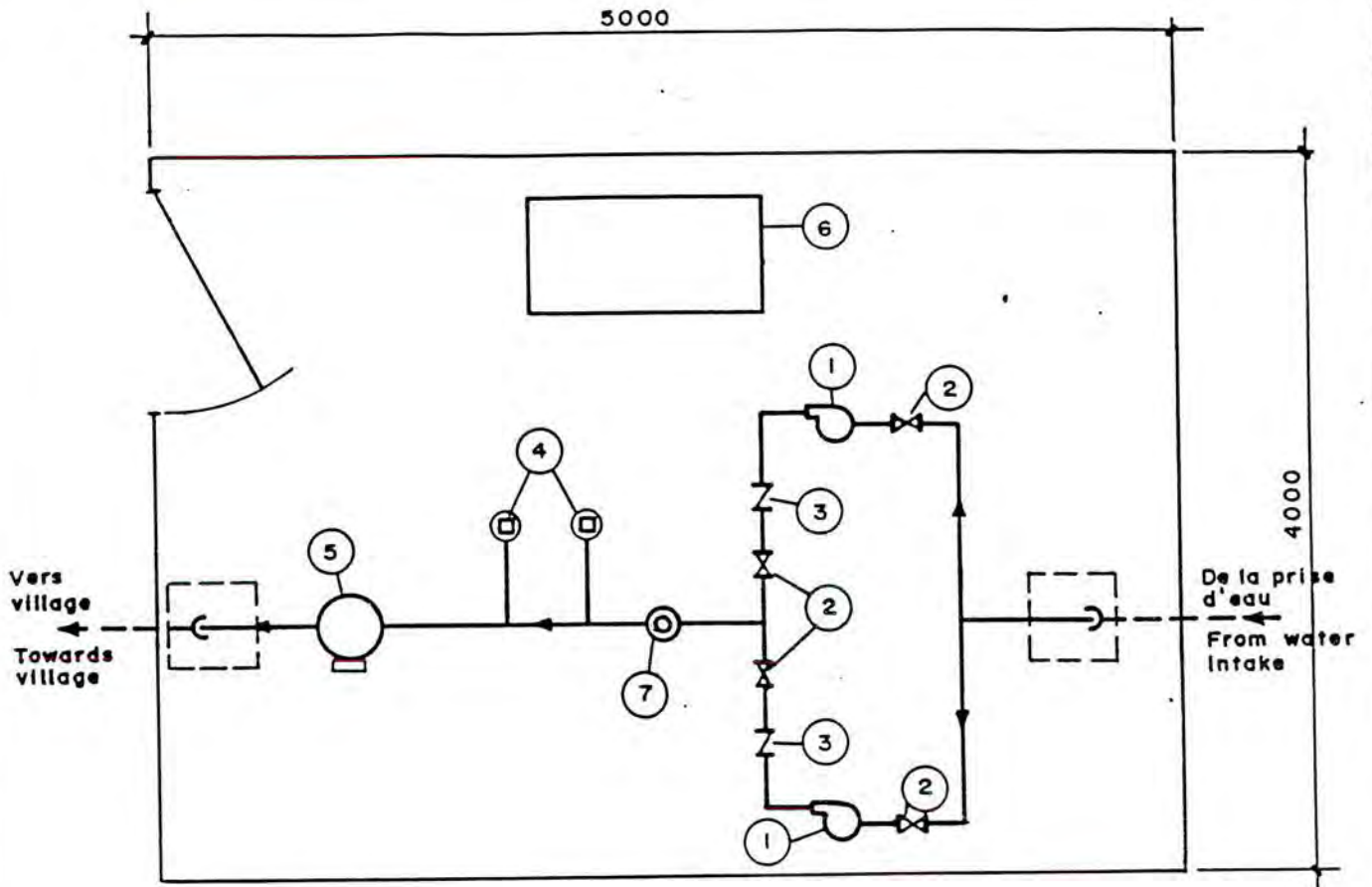




PRISE D'EAU  
 WATER INTAKE

**BB**  
 DUPONT  
 D'ARMEULES et associés inc.  
 ingénieurs conseils

DESSIN TYPE N° DT-002



- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ① | POMPE<br>PUMP                                       | ⑤ | ÉCHANGEUR DE CHALEUR<br>FLUID HEATER            |
| ② | VANNE<br>VALVE                                      | ⑥ | GÉNÉRATRICE D'URGENCE<br>EMERGENCY GENERATOR    |
| ③ | CLAPET<br>CHECK VALVE                               | ⑦ | COMPTEUR D'EAU VERTICAL<br>VERTICAL WATER METER |
| ④ | SYSTÈME D'HYPOCHLORATION<br>HYPOCHLORINATION SYSTEM |   |   |

  
**dupont**  
**DESMEULES et associés inc.**  
 ingénieurs conseils

STATION DE POMPAGE  
 PUMPING STATION

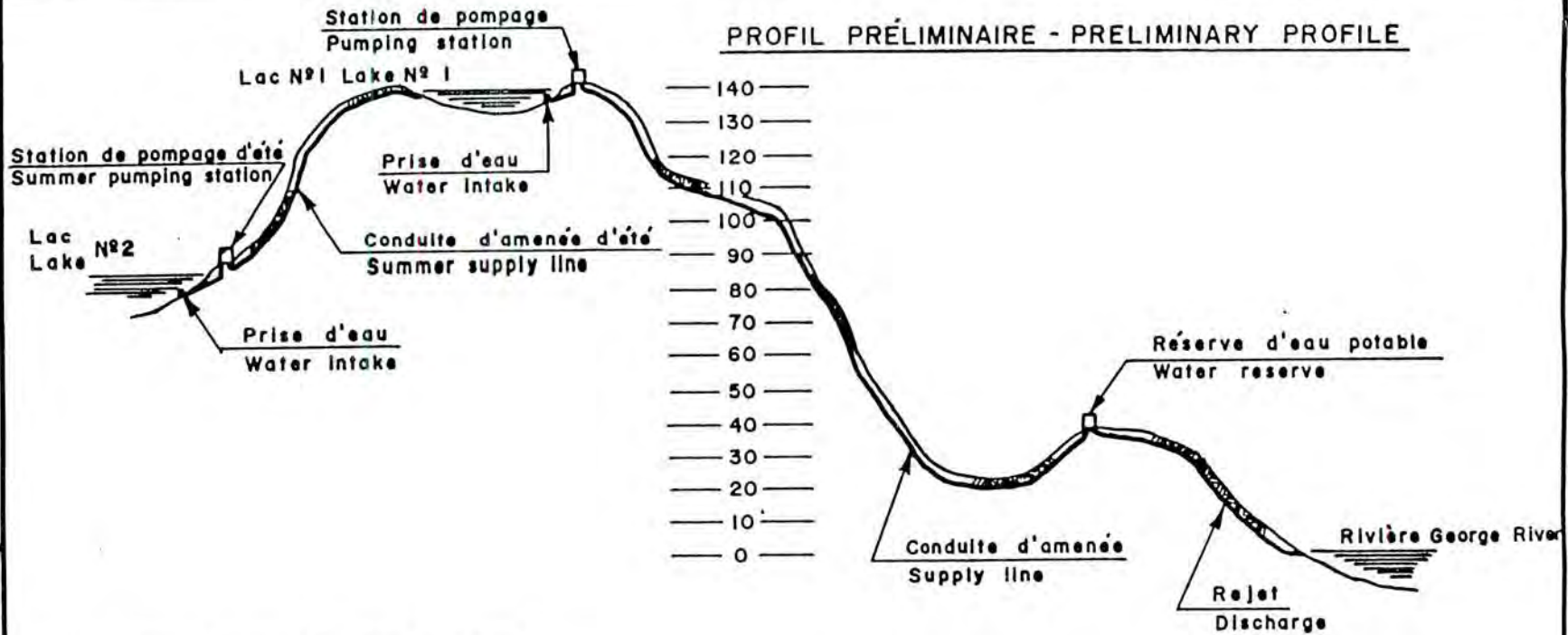
DESSIN TYPE N<sup>o</sup> DT-003

**dupont**  
desmeures et associés inc.  
ingénieurs conseils



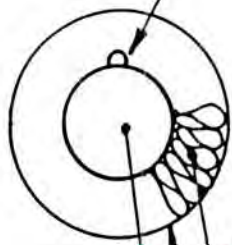
CONDUITE D'AMENEE - PROFIL PRELIMINAIRE  
WATER SUPPLY CONDUIT - PRELIMINARY PROFILE

DESSIN TYPE N° DT-004



CONDUITE D'AMENÉE - SUPPLY LINE

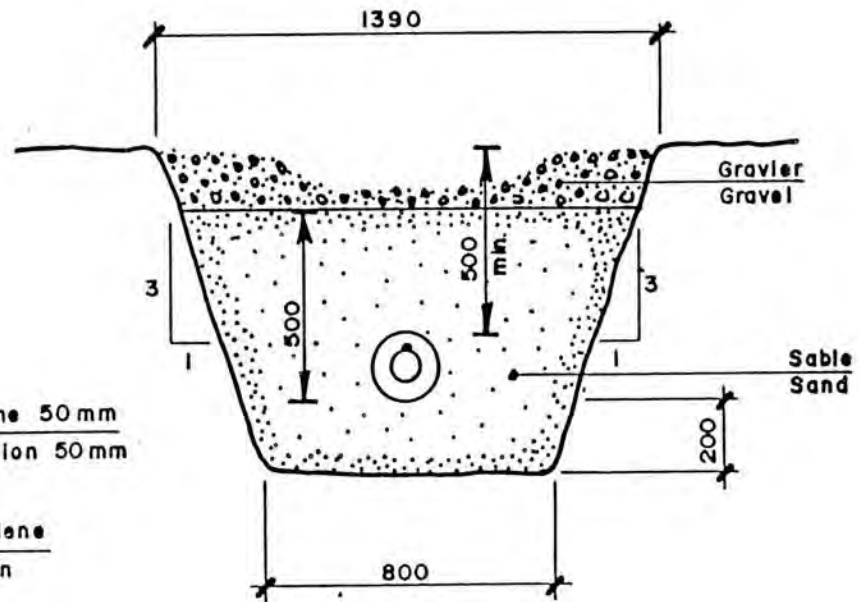
Caniveau et câble chauffant  
Tracing conduit and heating cable

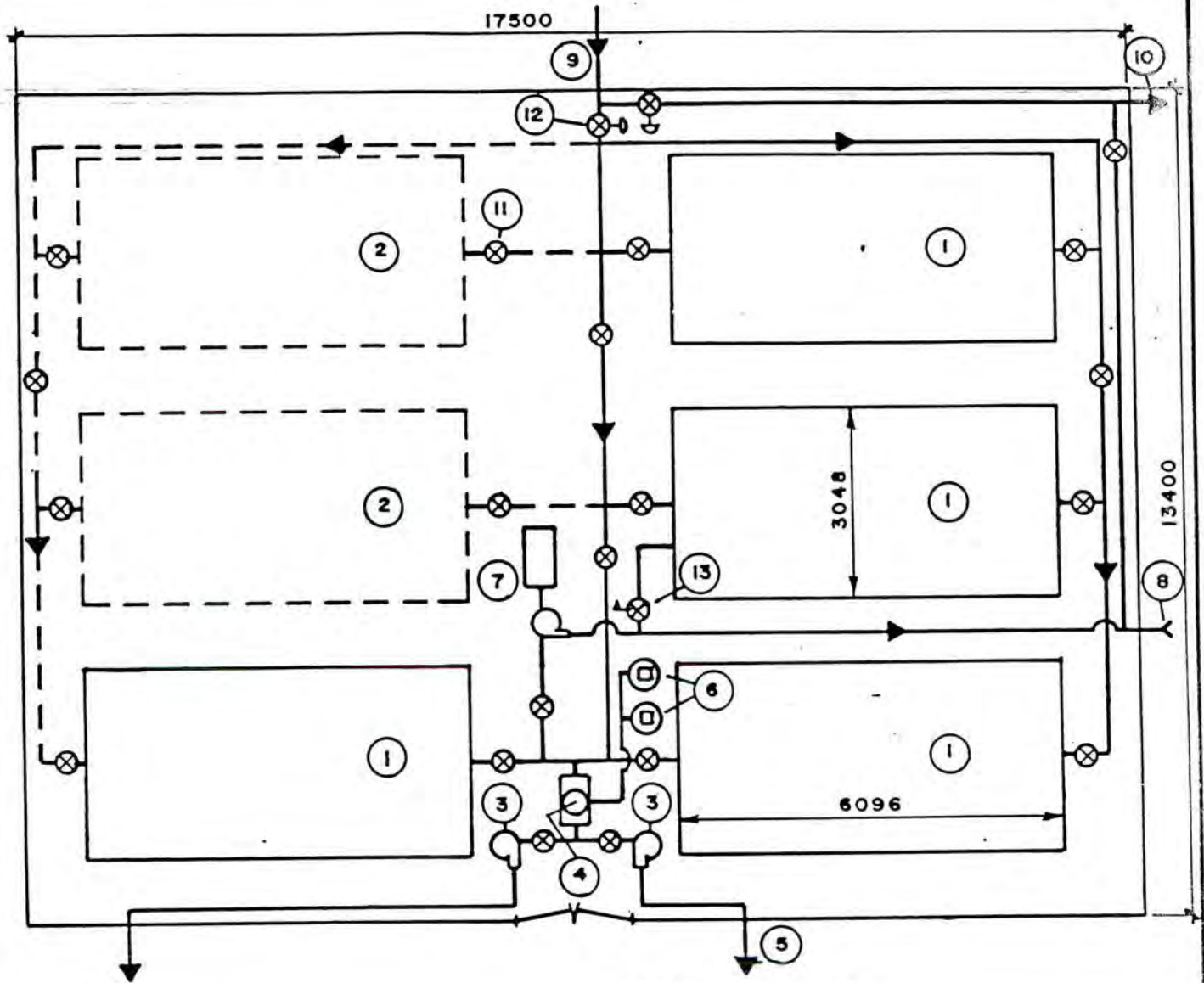


Conduit en polyéthylène 75φ  
Polyethylene conduit 75 φ

Isolant de polyuréthane 50 mm  
Polyurethane insulation 50 mm

Protection de polyéthylène  
Polyethylene protection



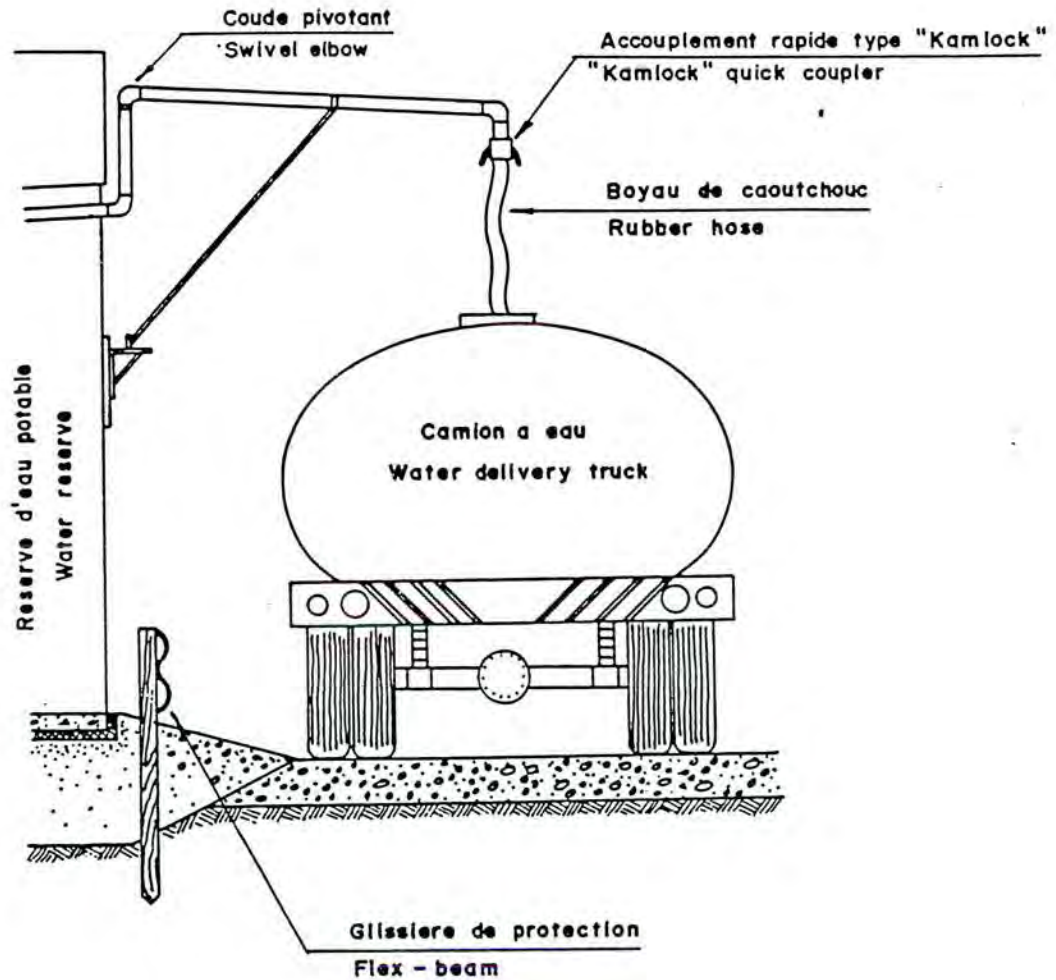


- |   |  |
|---|--|
| ① Reservoir   | ⑧ Connexion jumelée<br>Twin connection           |
| ② Reservoir futur<br>Futur reservoir  | ⑨ Conduite d'amenee<br>Water supply conduit      |
| ③ Pompe de remplissage<br>Fill pumps  | ⑩ Rejet a la riviere<br>River discharge          |
| ④ Debit - metre<br>Flow - meter   | ⑪ Vanne<br>Valve                                 |
| ⑤ Remplissage des camions<br>Truck fill point   | ⑫ Vanne automatique<br>Automatic valve           |
| ⑥ Reservoir d'hypochlorite et pompe doseuse<br>Hypochlorite reservoir and dosing pump | ⑬ Vanne de surpression<br>Pressure release valve |
| ⑦ Pompe d'incendie, moteur diesel<br>Fire pump, diesel engine                         |  |

  
**dupont**  
**desmeules et associés inc.**  
 ingénieurs conseils

RESERVE D'EAU POTABLE - KANGIQSUALUJJUAQ  
 WATER RESERVE

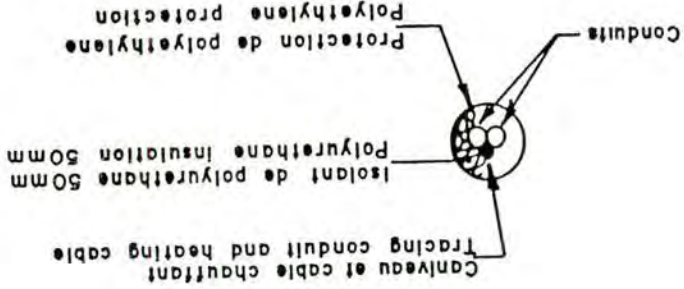
DESSIN TYPE N° DT-005



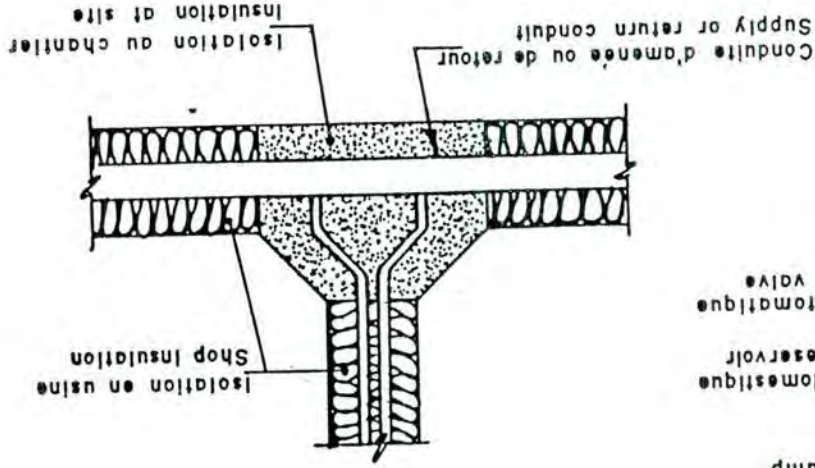
  
**dupont**  
**DESMEULES** et associés inc.  
 ingénieurs conseils

REMPLISSAGE DES CAMIONS  
 TRUCK FILL POINT

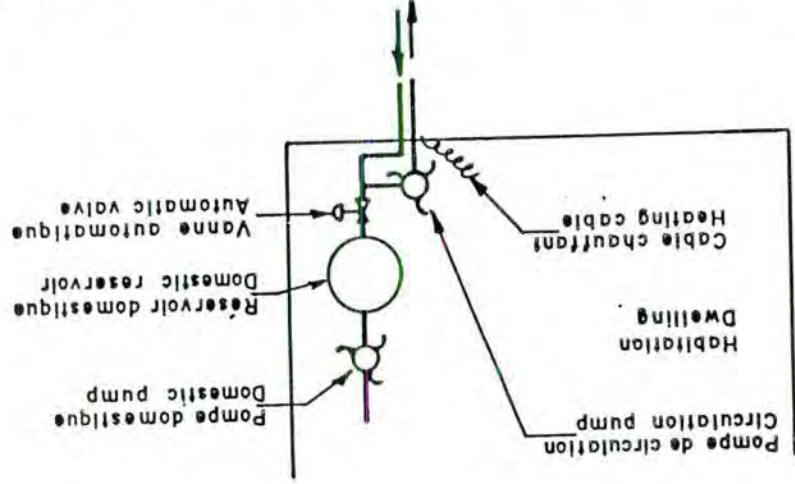
DESSIN TYPE N° DT-006



RACCORDEMENT A LA CONDUITE MAITRESSE  
CONNECTION TO MAIN CONDUIT



RACCORDEMENT AUX BATIMENTS  
CONNECTION TO BUILDINGS

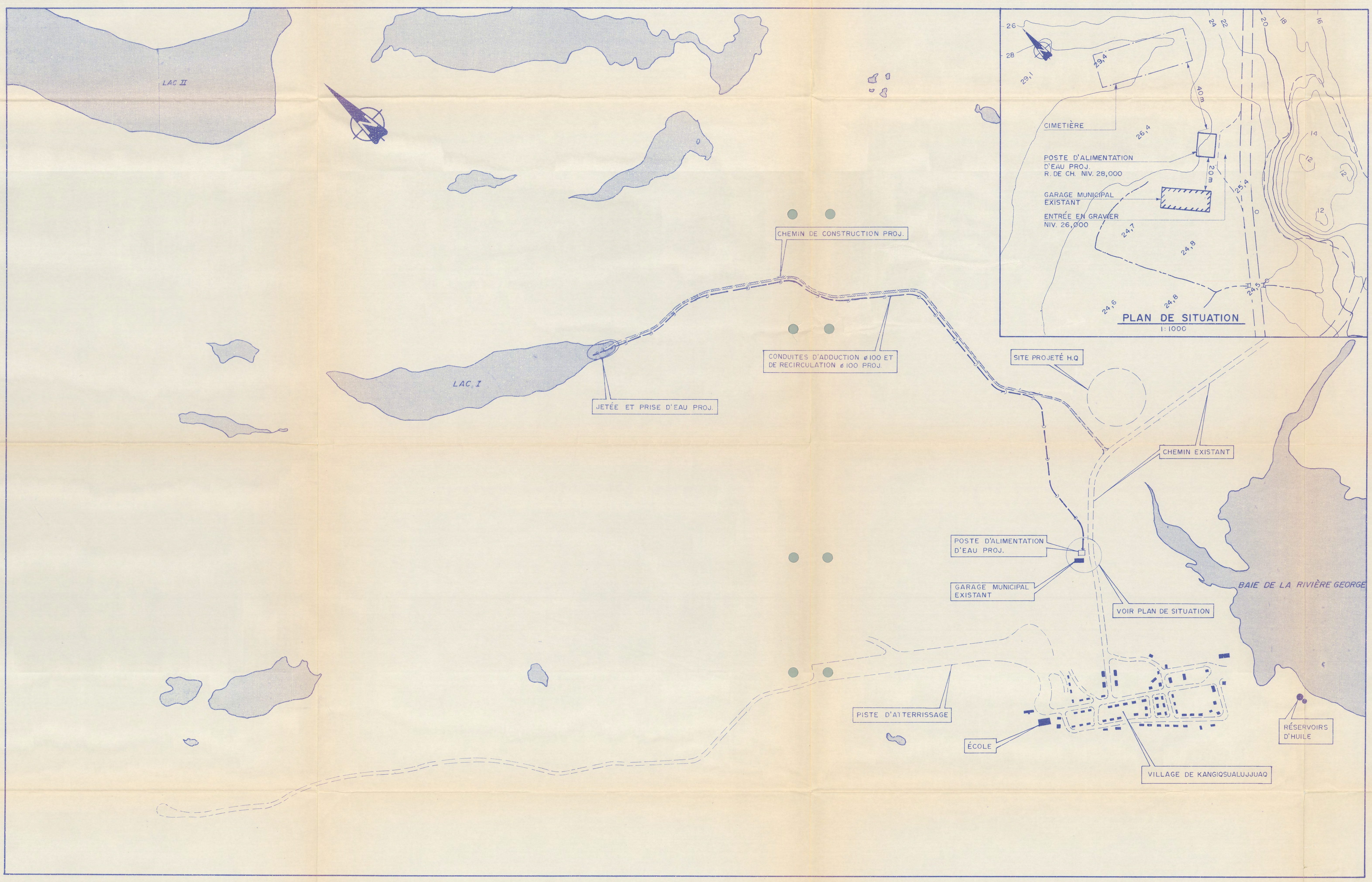


**dupont**  
**desmeules et associés inc.**  
ingénieurs conseils

RACCORDEMENT DIRECT (ENTREE DE SERVICE)  
DIRECT SUPPLY (SERVICE CONNECTION)

DESSIN TYPE N° DT-007


PLAN D'ENSEMBLE





No.	Date	Modifications	Destiné	Approuvé
1	86-03-14	ÉMIS POUR APPROBATION		
2	86-04-26	ÉMIS POUR SOUMISSION		

No.	Notes

--



Client  
**ADMINISTRATION RÉGIONALE  
 KATIVIK**

**VEZINA, FORTIER ET ASSOCIÉS  
 CONSULTANTS**  
 MEMBRE DU GROUPE VFA  
3300, boulevard Cavendish, Bureau 385, Montréal (Québec) Canada H4B 2M9  
 (514) 482-3610 Telex: 055-66419 VEZIFOR MTL

**VILLAGE DE  
 KANGISUALUJUAQ  
 ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

Dessiné <i>André Lalonde</i>	Date AVRIL 1986	AFFAIRE <b>2-2456.1</b>
Vérifié A.D.	Émis pour SOUMISSION	DESSIN No
Approuvé C.V.	Echelle 1/5000	L-1

**PLAN DE LOCALISATION**