

Projet ARISS : Une première au Québec

Le contact de l'école primaire de l'Apprenti-Sage et du CRAQ a eu lieu le 14 juin 2003 entre 13h29h54 et 13h40m30s heure locale

Quelle expérience enrichissante!

La participation du CRAQ au projet ARISS découle des efforts de promotion déployés par RAQI dans le cadre du projet Opération Jeunesse ARISS-RAQI. En effet, c'est en réponse aux démarches du chargé de projet Opération Jeunesse ARISS-RAQI, Jacques Hamel VE2DJQ, que le président du CRAQ, Rodrigue Leclerc VE2ETR, a abordé ce sujet aux réunions mensuelles du CRAQ au cours de l'automne 2001. À la suite des différents échanges tenus sur le sujet, c'est plus précisément en février 2002 que j'ai accepté la responsabilité de présenter une demande de contact radio, après avoir identifié avec mon épouse Sonya Fiset VE2SPF, enseignante à l'école de l'Apprenti-Sage, l'intérêt de cette école pour un tel projet. Le coup d'envoi de cette grande aventure a été donné le samedi 13 avril 2002 lors d'une réunion d'information organisée par RAQI à Longueuil. Sur le chemin du retour, le scénario de l'événement qui allait entourer le contact a pris forme; il ne restait plus qu'à mettre le tout sur papier. D'un projet de classe, le projet est vite devenu un projet d'école supporté par la Commission Scolaire de la Capitale.

Notre demande de contact a été transmise au représentant canadien du comité international de sélection des écoles du projet ARISS, Daniel Lamoureux VE2KA, le 27 juin 2002 et elle a été acceptée par ce comité en août 2002. Au niveau canadien, Radio Amateur du Canada (RAC) supporte activement le projet ARISS.

De septembre 2002 à juin 2003, les 600 élèves et 60 membres du personnel de l'école de l'Apprenti-Sage et les membres du CRAQ ont vécu l'enthousiasme du projet ARISS. À l'école, le thème de l'année « Branche-toi sur l'espace » a stimulé de nombreuses d'activités hebdomadaires sur différents sujets tels le système solaire, les communications, la vie dans l'espace à bord de la Station Spatiale Internationale (SSI) et le métier d'astronaute. Au CRAQ, des capsules techniques présentant les concepts à maîtriser et l'avancement du projet ont eu lieu à chaque réunion mensuelle. De plus, nous avons échangé sur 2 mètres lors de passes visibles de la SSI au-dessus de Québec.

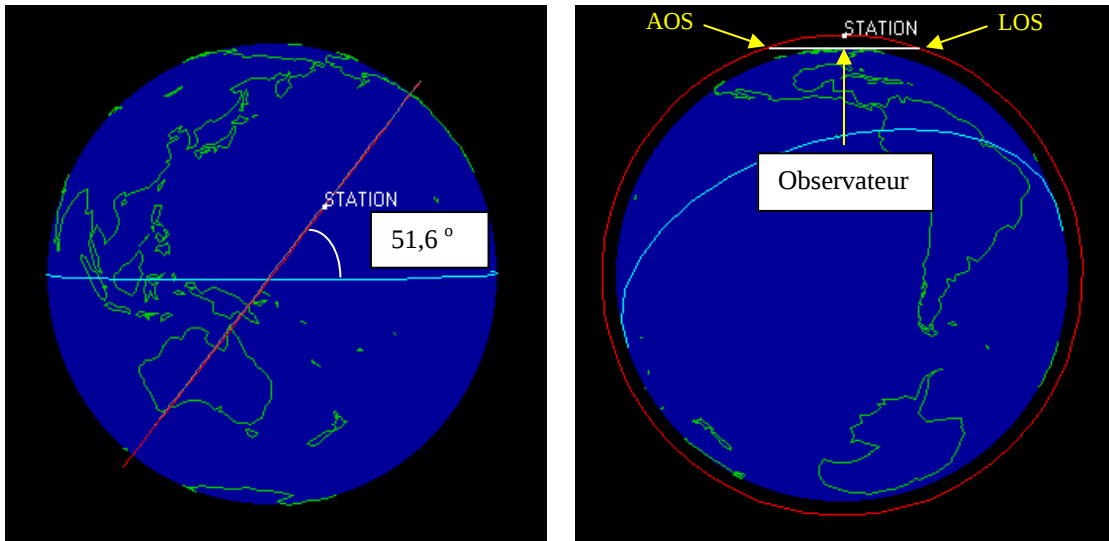
Pour revoir les détails pertinents de cette année remplie d'activités et d'émotions, les lecteurs sont invités à consulter la série d'articles publiés dans le journal Circuit du CRAQ et disponibles en format PDF à l'adresse suivante : http://www.craq.qc.ca/cadres/ariss_circuit.html.

N'ayant pas expérimenté les communications par satellite en radio amateur avant d'accepter la responsabilité d'un tel projet, mon implication dans ce projet constituait une excellente occasion de me documenter davantage sur le sujet. Les sites Internet de RAQI, RAC, ARRL, AMSAT et de la NASA, tous interreliés les uns aux autres, présentent

toutes les informations nécessaires; il suffit simplement de chercher un peu, beaucoup et même passionnément selon notre degré d'intérêt.

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec ce type de communications, voici quelques paramètres techniques qu'il est utile de connaître pour réaliser de façon optimale un contact radio avec la Station Spatiale Internationale :

- La SSI se déplace à 28 000 km/h à 400 km au-dessus de la terre sur une orbite à 51,6 degrés par rapport à l'équateur; elle se déplace donc toujours, d'un point de vue général, d'ouest en est.



- Au moment de l'acquisition du signal (AOS), la SSI se trouve à une distance d'environ 2000 km de l'observateur; elle se rapproche jusqu'à une distance de 400 km lorsqu'elle passe au-dessus de celui-ci et s'éloigne jusqu'à environ 2000 km au moment de la perte du signal (LOS).
- La durée maximale d'une passe par rapport à un point sur la terre est d'environ 11 minutes d'un horizon à l'autre sauf lorsque l'élévation maximale de la SSI par rapport à l'horizon est très faible (cas des passes éloignées).
- La SSI fait le tour de la terre en 92 minutes, elle effectue donc 15,6 révolutions par jour autour de la terre. En considérant l'horizon radio, entre 6 et 7 de ces 15,6 passes sont visibles d'un point de vue radio à chaque jour : 1 à 2 passes sont optimales pour les communications radio, 2 à 3 passes sont acceptables et 2 passes sont habituellement marginales étant donné la distance à laquelle se trouve la SSI et son angle d'élévation relativement faible par rapport à l'horizon.
- La station de radio amateur utilisée pour les contacts ARISS à bord de la SSI se compose d'un appareil portable THF FM de 5 W raccordé à 4 antennes localisées à 90 degrés sur le tour du module de service « Zvezda »; cet équipement sert également

aux communications par paquet. Des annonces récentes indiquent que d'autres équipements THF et UHF seront installés prochainement.

- La grande vitesse de déplacement de la SSI par rapport à un observateur fixe sur la terre produit une dérive en fréquence de la porteuse radio variant d'environ +3,3 kHz lorsque la SSI s'approche jusqu'à -3,3 kHz lorsqu'elle s'éloigne; il s'agit de « l'effet Doppler ». Ce phénomène est plus fréquemment perçu par l'humain aux fréquences audio par exemple lorsqu'un train se déplace rapidement par rapport à un observateur fixe; le son du sifflet du train semble plus aigu lorsqu'il s'approche et plus grave lorsqu'il s'éloigne. Les fréquences d'émission et de réception à bord de la SSI étant fixes; il appartient à la station de radio amateur au sol de compenser l'effet Doppler en réception et en émission.

Malgré tous ces éléments, il est possible de contacter la SSI à l'aide d'un simple appareil 2 mètres et d'une antenne quart d'onde mais, dans ce cas, la fenêtre pendant laquelle le contact est possible est restreinte en durée parce que le gain de l'antenne n'est pas suffisant au début et à la fin de la passe pour la distance à laquelle se trouve la SSI et que la dérive en fréquence due à l'effet Doppler déplace la fréquence d'opération légèrement en dehors de la plage d'opération des récepteurs, ce qui dégrade quelque peu la réception tant au sol que dans la SSI.

Pour optimiser la durée du contact, il faut donc :

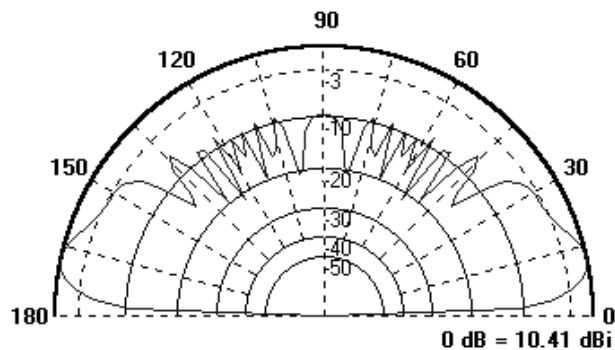
- Une localisation géographique présentant un dégagement adéquat vers l'horizon dans l'axe de la passe de la SSI; la hauteur de l'antenne est moins importante que le dégagement immédiat (autres bâtiments) et le dégagement à l'horizon relié à la topographie.
- Une antenne ayant un gain maximal pour de faibles angles d'élévation au-dessus de l'horizon et un gain non nul vers le ciel i.e. lorsque la SSI se trouve au-dessus de l'observateur; l'antenne optimale est bien sûr une antenne directionnelle avec rotateur en azimut et en élévation qui, lorsque couplée à un logiciel de contrôle, garanti un gain maximal en tout temps.
- Être en mesure de modifier les fréquences de réception et d'émission pendant la passe pour compenser l'effet Doppler. L'écart entre les fréquences de réception et d'émission n'étant pas constant, l'appareil radio utilisé doit être capable d'opérer avec des « splits » non standards. Ainsi, un appareil ayant un pas minimal de 5 kHz permet de changer les fréquences à 3 reprises pendant la durée du contact et un appareil ayant un pas minimal de 1 kHz permet de le faire à 7 reprises. Un émetteur-récepteur dont la fréquence peut être ajustée de façon continue représente évidemment la meilleure solution. La majorité des émetteurs-récepteurs conçus pour les communications par satellites compensent automatiquement la dérive en fréquence pour les différents satellites de radio amateur.

- Un logiciel de poursuite (« tracking ») en temps réel doté des plus récents éléments Képlériens afin de débiter le contact au bon moment en suivant le déplacement de la SSI. Les éléments Képlériens sont les paramètres permettant de déterminer la position des différents satellites, ces données sont mises à jour régulièrement par la NASA. Plusieurs logiciels de poursuite sont disponibles et une bonne partie d'entre eux ont été conçus en fonction de contrôler un rotateur en azimut et en élévation ainsi que les différents modèles de radios optimisées pour les communications par satellites.

Voici maintenant les choix que nous avons faits :

Comme nous venons de le voir, des équipements de radio amateur spécialisés pour les communications par satellite sont disponibles sur le marché. Cependant, comme nous ne disposons pas de ce type d'équipements et n'étant pas décidé à me lancer dans l'expérimentation des communications satellites au sens large, j'ai plutôt recherché des solutions basées sur les équipements disponibles en favorisant la réalisation de projets de bricolage.

Ainsi, avec les conseils du coordonnateur AMSAT pour le Québec, Luc Leblanc VE2DWE, j'ai consulté différents sites WEB présentant plusieurs modèles d'antennes utilisées pour les communications par satellites. Il m'est alors apparu qu'une antenne omnidirectionnelle en polarisation circulaire droite, offrant un patron « rabaissé » pour un gain maximal à un angle d'élévation peu élevé au-dessus de l'horizon, présentait un bon compromis et réduisait passablement les coûts de cette composante. Mes recherches m'ont conduit à l'antenne nommée « EggBeater II » par Jerry, K5OE qui l'a mis au point et le plan était disponible pour la fabriquer! (Voir <http://members.aol.com/k5oe/>). En fait, j'en ai fabriqué une première pour ma station afin d'en expérimenter les performances et une seconde pour l'école par la suite.



Patron en élévation de l'antenne EggBeater II

Concernant l'émetteur-récepteur, puisque je disposais d'un IC-706MKIIG dont la fréquence peut être ajustée de façon continue, j'ai fabriqué une interface de conversion des signaux RS-232 en signaux TTL afin de pouvoir le contrôler par ordinateur (un autre projet de bricolage!).

Après avoir expérimenté plusieurs logiciels de poursuite de satellites en temps réel, conçus en majorité pour les communications satellites sur 2 bandes différentes (THF et UHF) et optimisés pour les émetteurs-récepteurs destinés à ce type de communications, il m'a fallu développer mon propre programme de contrôle de la fréquence du IC-706MKIIG puisqu'aucun de ces logiciels n'offrait la possibilité de le contrôler en émission et en réception simultanément. J'ai donc utilisé les informations de correction Doppler produites par le logiciel InstantTrack afin de contrôler en temps réel les fréquences d'émission et de réception de mon IC-706MKIIG. Étant donné que nous disposions de 2 radios identiques pour le contact, le programme a été écrit afin de contrôler simultanément les 2 radios, permettant ainsi une relève complète.

La réalisation de notre contact :

Après plusieurs mois d'attente et de préparation, parsemés de nombreux retournements et imprévus, dont la tragédie de la navette Columbia qui a provoqué une grande tristesse un peu partout à travers le monde et a bien failli repousser notre contact à l'année suivante, nous avons finalement eu la confirmation le 4 juin dernier que notre contact aurait lieu le samedi 14 juin 2003 à 17h29m54s UTC (13h29m54s HAE). Cette passe, ayant une élévation maximale de 68 degrés par rapport à l'horizon pour notre localisation, offrait un contact d'une durée maximale de 10 minutes 36 secondes.

Une station de radio amateur complètement redondante avec alimentation d'urgence a été déployée pour l'événement :

- 2 IC-706MKIIG alimentés par 2 blocs d'alimentation de 30 A
- une batterie à décharge lente pouvant alimenter les radios en cas de panne électrique
- un wattmètre et TOSmètre
- une antenne EggBeater II installée sur le toit de l'école et reliée par du câble héliax ½ pouce pour minimiser les pertes
- une antenne magnétique 5/8 d'onde installée sur le toit de l'école en relève
- une antenne magnétique 1/4 d'onde installée sur le toit d'un véhicule en relève
- un commutateur d'antennes
- un micro-ordinateur dédié au contrôle de la fréquence des radios
- un « phone patch » raccordé à un récepteur distant localisé à environ 15 km de l'école

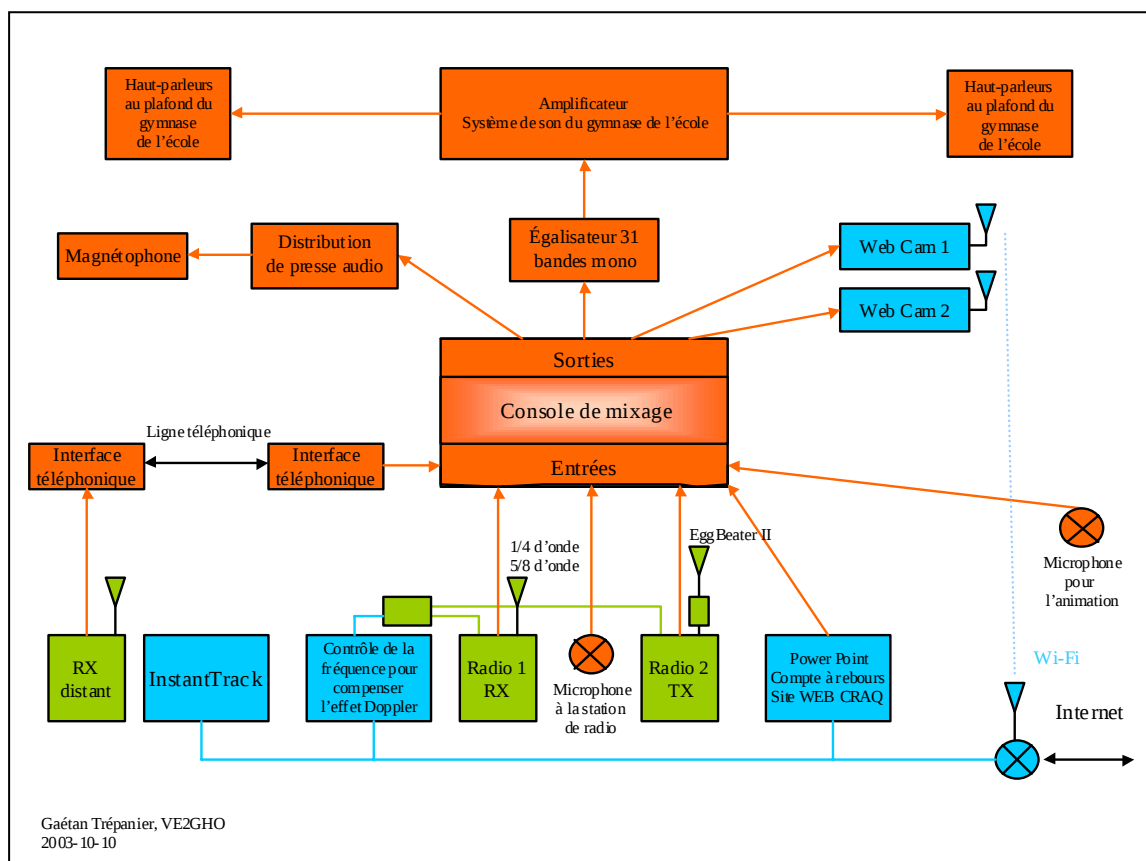
Dans les 48 heures qui ont précédé le contact, un important bruit causé par le réseau électrique à proximité de l'école a été constaté en activant le préamplificateur du récepteur, ce qui nous a forcé à modifier le mode d'opération initialement prévu. Puisque l'antenne EggBeater II recevait le maximum de bruit étant donné son gain et sa position dégagée sur le toit de l'école, les antennes de relève ont été utilisées en réception en les positionnant adéquatement par rapport à la source de bruit. De plus, un récepteur distant a été installé pour assurer une réception de qualité si le bruit local devenait problématique. L'antenne EggBeater II a, quant à elle, été utilisée en transmission tel que prévu.



Nous disposions également de 2 accès haute vitesse à l'Internet et le contact a été diffusé à l'aide de 2 WebCam sans fil (technologie Wi-Fi)

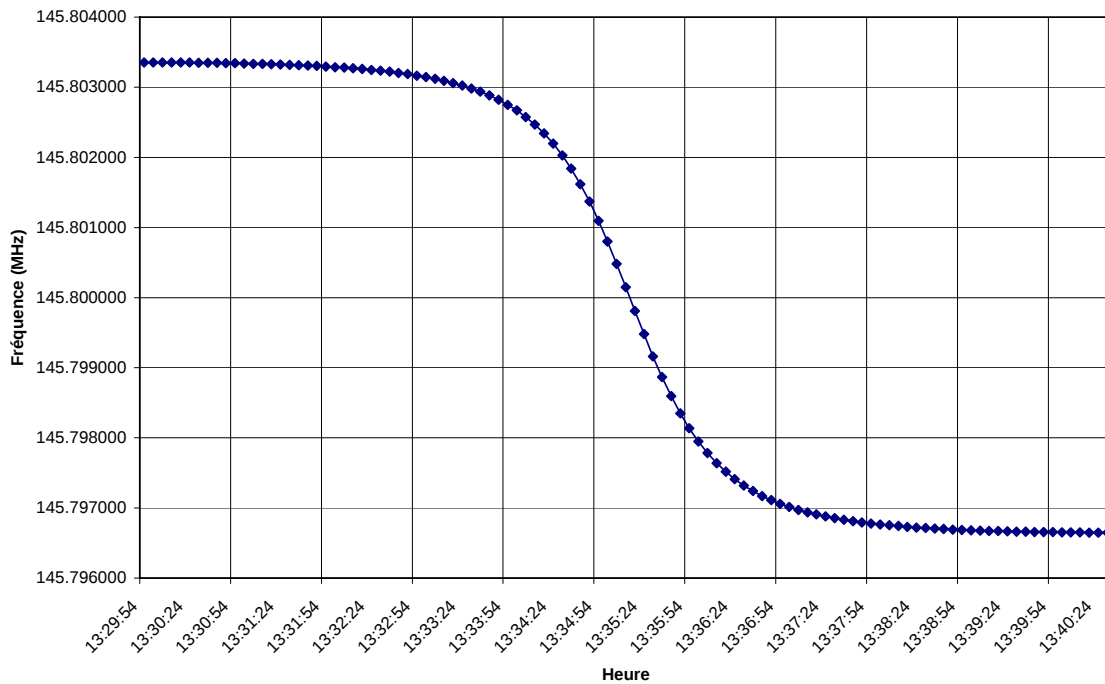
Puisque le contact se tenait dans le gymnase double de l'école et que nous attendions plus de 600 personnes, des équipements de sonorisation ont été loués afin que tous bénéficient d'un audio de qualité et des projecteurs ont permis de visionner sur grand écran une présentation PowerPoint, la position de la SSI à l'aide des logiciels de tracking J-Track-2D, J-Track-3D et InstantTrack, le compte à rebours indiquant le début du contact ainsi que les images du contact se déroulant à l'avant du gymnase.

Le schéma qui suit présente la configuration des systèmes déployés :

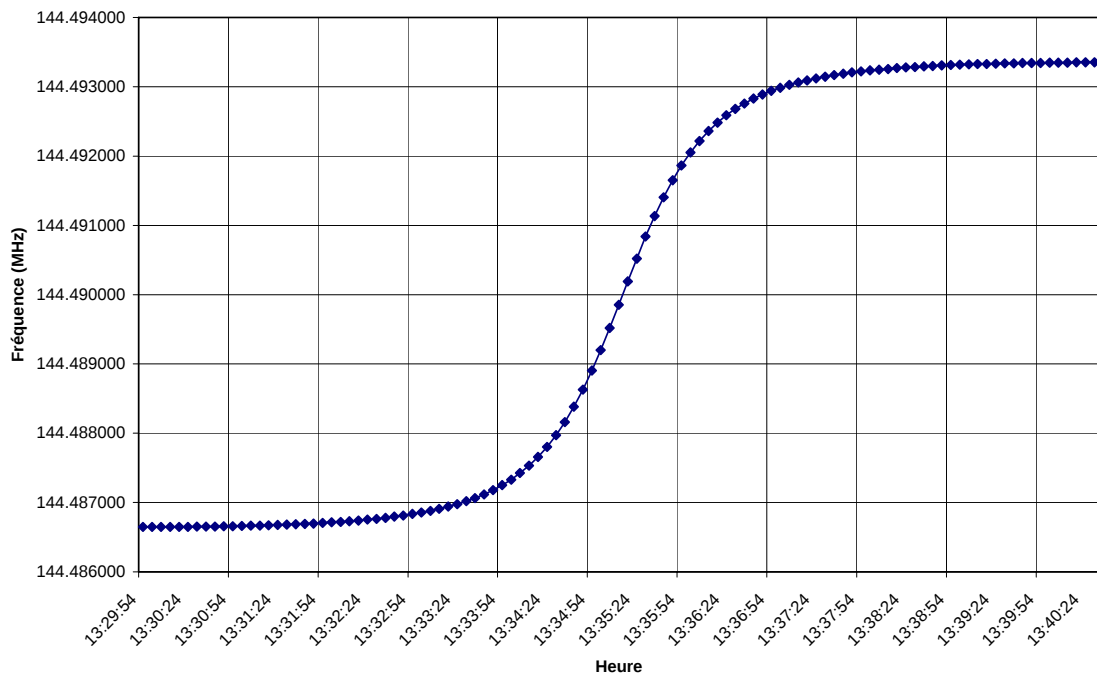


Pendant le contact, la correction des fréquences de réception et d'émission était effectuée à toutes les 6 secondes afin de compenser l'effet Doppler et un mode de correction manuel était également prévu en cas de défaillance de l'ordinateur de contrôle. En appliquant les paramètres Képlériens du jour du contact, la correction en fréquence requise était la suivante :

Variation de la fréquence de réception due à l'effet Doppler



Variation de la fréquence de transmission pour compenser l'effet Doppler



Tour à tour, douze élèves de l'école de l'Apprenti-Sage ont posé leur question en anglais à l'astronaute américain Edward Lu et le professeur coordonnateur, Sonya VE2SPF, a transmis en français les remerciements à l'équipage au nom de tous les participants. La treizième question a été posée au moment de la perte du signal (LOS).



Après le contact, les professeurs d'anglais et un traducteur professionnel (fils d'une enseignante) ont traduit les réponses de l'astronaute. Les représentants de RAC (Daniel Lamoureux VE2KA) et de RAQI (Yoland Audet VE2DY) ont adressé quelques mots à l'assistance et le président du CRAQ, Rodrigue Leclerc VE2ETR, a remis des souvenirs à l'emblème du CRAQ aux 12 élèves qui ont posé les questions ainsi qu'aux 28 élèves qui avaient rédigé les questions retenues. L'événement s'est terminé à 14h15.

Toutes les personnes présentes, environ 350 élèves, 200 parents, 75 membres du personnel de l'école et de la commission scolaire, 15 radioamateurs et 10 journalistes, caméramans et techniciens, ont eu l'opportunité de vivre ce contact mémorable que vous pouvez visionner sur le site WEB du CRAQ à l'adresse http://www.craq.qc.ca/cadres/ariss_video.html.

La réalisation d'un tel projet a nécessité la collaboration de nombreux intervenants. De sincères remerciements sont adressés aux différents comités du projet ARISS, à notre mentor, aux intervenants de RAC, de RAQI, du CRAQ ainsi qu'au personnel de l'École de l'Apprenti-Sage et de la Commission Scolaire de la Capitale.

D'autres contacts sont en préparation au Québec, nous leur souhaitons de vivre aussi intensément que nous cette expérience fantastique.

Nous pouvons dire « Mission accomplie! »

73 !

Gaétan Trépanier, VE2GHO
Coordonnateur du contact radio
Projet ARISS CRAQ – École de l'Apprenti-Sage