

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ À**

**L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI**

**COMME EXIGENCE PARTIELLE**

**DE LA MAÎTRISE EN INFORMATIQUE**

**OFFERTE À**

**L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI**

**EN VERTU D'UN PROTOCOLE D'ENTENTE**

**AVEC L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL**

**PAR**

**FRANÇOIS VAUDRIN**

**CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION**

**GRAND PUBLIC SUR LES CONDITIONS ROUTIÈRES**

**(UNE RECHERCHE SUR L'UTILISABILITÉ)**

**MARS 2003**



### Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

## RÉSUMÉ

L'évolution des moyens de communication, la puissance des outils disponibles et l'accessibilité des nouvelles technologies ont élargi les champs d'application des systèmes d'information. Auparavant réservées aux grandes entreprises et aux chercheurs, ces technologies sont maintenant accessibles à tous.

Tous les domaines de la société sont touchés par ces développements technologiques. Qu'on pense seulement aux guichets automatiques, à la télévision interactive, aux tableaux de bord des voitures, à Internet ou au fonctionnement d'un téléphone cellulaire. Même si les premiers systèmes de communication comme le téléphone traditionnel ou la télévision ont réussi à atteindre l'ensemble des utilisateurs, les technologies informatiques demeurent encore trop complexes pour trop de personnes dans la société. Une des raisons du désintéressement des utilisateurs est le sentiment d'inutilité et la difficulté à comprendre le fonctionnement des systèmes.

S'il est difficile de concevoir des systèmes conviviaux pour des utilisateurs chevronnés, concevoir des systèmes pour un large auditoire inexpérimenté s'avère une tâche encore plus complexe. Un problème majeur est de rendre les systèmes utilisables par des personnes qui, souvent, n'ont aucune connaissance des ordinateurs. Il faut notamment satisfaire les jeunes comme les plus vieux, les gens instruits comme ceux qui le sont moins, les travailleurs manuels, les communautés culturelles, les personnes souffrant d'un handicap temporaire ou permanent, et ainsi de suite. Le défi est de comprendre la diversité des utilisateurs afin de développer des systèmes simples et intuitifs qui n'exigeront pas un apprentissage laborieux.

Dans le domaine des transports, les nouvelles technologies sont de plus en plus utilisées pour améliorer la gestion des déplacements et réduire les accidents sur le réseau routier. On recueille par divers moyens (boucles de détections, systèmes de caméras, patrouilleurs, etc.) des données sur les conditions de la circulation. Ces données sont par la suite traitées et retransmises à la population sous d'autres formes. On espère ainsi influencer les usagers afin qu'ils puissent prendre en considération ces renseignements dans la planification de leurs déplacements. Le défi est de taille compte tenu de la multitude de données à traiter qu'on espère rendre compréhensibles.

La présente recherche porte sur l'utilisabilité des systèmes d'information grand public. Dans le cadre de cette recherche sont examinées les techniques pour rendre les systèmes plus facilement utilisables par la population. Une application qui permet de valider l'approche retenue est également présentée. Cette application a pour objectif d'améliorer la sécurité des personnes qui circulent sur le réseau routier. Elle vise à fournir des renseignements en temps réel ou quasi réel sur les conditions routières hivernales. Elle

cherche à démontrer qu'il est possible, en suivant des règles de conception reconnues, de développer un système d'information intuitif qui se rapproche du langage naturel des usagers.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier mon directeur de recherche, le professeur Denis Hamelin, pour la qualité de son encadrement, ses suggestions, sa disponibilité, sa patience et son attitude positive.

Je remercie également tous ceux et celles qui ont participé au projet au ministère des Transports, en particulier Mme Joëlle Chauveau ainsi que mes collègues Salem Aliche et Michel Huot.

Finalement, je remercie mon épouse Carole pour son aide dans la révision des textes ainsi que mes deux fils Daniel et Mathieu pour leurs encouragements.

## TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures .....	VII
Liste des tableaux .....	VIII
<b>INTRODUCTION</b>	
<b>CHAPITRE 1</b>	
<b>Les systèmes existants .....</b>	<b>5</b>
1.1 L'incidence des technologies sur l'évolution des systèmes d'information modernes .....	6
1.2 Les systèmes d'information en général .....	14
1.3 Les systèmes d'information grand public .....	31
1.4 Le cycle d'utilisabilité .....	35
1.5 Les systèmes intelligents de transport .....	40
<b>CHAPITRE 2</b>	
<b>La conception d'un système d'information grand public suivant les règles d'utilisabilité .....</b>	<b>44</b>
2.1 L'analyse de l'organisation, des tâches et des processus .....	47
2.2 La connaissance de l'utilisateur, de la clientèle, des sources d'information et de l'utilité du système .....	48
2.3 La conception globale du système .....	53
2.4 La conception des écrans .....	56
2.5 Élaboration d'un prototype fonctionnel .....	61
2.6 Implantation du système .....	62

## **CHAPITRE 3**

<b>Un système d'information grand public sur les conditions routières .....</b>	<b>63</b>
3.1 L'analyse de l'organisation, des tâches et des processus .....	63
3.2 La connaissance de l'utilisateur, de la clientèle, des sources d'information et de l'utilité du système .....	73
3.3 La conception globale du système .....	79
3.4 La conception des écrans .....	83
3.5 Élaboration d'un prototype fonctionnel .....	100
3.6 Implantation du système .....	100
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>105</b>
<b>ANNEXE A .....</b>	<b>111</b>
<b>Tableau synthèse général (grille d'analyse)</b>	
<b>ANNEXE B .....</b>	<b>115</b>
<b>Analyse et choix d'un scénario</b>	
<b>ANNEXE C .....</b>	<b>118</b>
<b>Quelques exemples du code source</b>	
<b>ANNEXE D .....</b>	<b>130</b>
<b>Questionnaire</b>	
<b>ANNEXE E .....</b>	<b>132</b>
<b>Test d'utilisabilité après l'implantation du système</b>	

## LISTE DES FIGURES

1	ARPANET carte de juin 1970 .....	10
2	Rétention de la mémoire à court terme .....	23
3	Quatrième transformation des systèmes d'information .....	34
4	Structure administrative du ministère des Transports .....	66
5	Direction générale des services à la gestion .....	66
6	Modèle type d'une direction territoriale (DT) .....	68
7	Collecte et diffusion de l'information .....	70
8	Conditions de la chaussée .....	72
9	1 <sup>er</sup> scénario .....	80
10	2 <sup>e</sup> scénario .....	81
11	3 <sup>e</sup> scénario .....	82
12	Synthèse des suggestions .....	84
13	Symboles - 1 <sup>er</sup> essai .....	86
14	Symboles - 2 <sup>e</sup> essai .....	87
15	Symboles - 3 <sup>e</sup> essai .....	89
16	Symboles - 4 <sup>e</sup> essai .....	89
17	Symboles - 5 <sup>e</sup> essai .....	91, 92
18	Écrans - 1 <sup>er</sup> essai .....	93
19	Écrans - 2 <sup>e</sup> essai .....	95
20	Écrans - 3 <sup>e</sup> essai .....	96
21	Écrans - 4 <sup>e</sup> essai .....	97
22	Écrans - 5 <sup>e</sup> essai .....	98
23	Bandeau au bas de l'écran .....	99

## **LISTE DES TABLEAUX**

1	Étapes méthodologiques .....	46
2	Grille d'analyse .....	57
3	Liste des codes de l'état de la chaussée – Hiver 2000-2001 .....	71
4	Liste des codes de la visibilité – Hiver 2000-2001 .....	71

## INTRODUCTION

L'évolution des moyens de communication, la puissance des outils disponibles et l'accessibilité des nouvelles technologies ont élargi les champs d'application des systèmes d'information. Auparavant réservés aux grandes entreprises et aux chercheurs, ces systèmes sont maintenant accessibles à tous.

Tous les domaines de la société sont touchés par ces développements technologiques. Qu'on pense simplement aux guichets automatiques, à la télévision interactive, aux tableaux de bord des voitures, à Internet ou au fonctionnement d'un téléphone cellulaire. Le commerce électronique pénètre même les églises : dans le sud-est ontarien, une église de Belleville vient d'installer un guichet automatique pour prélever sa quête de façon électronique à l'aide d'un terminal de débit direct (Dowling, 2002).

Même si les premiers systèmes de communication comme le téléphone traditionnel ou la télévision ont conquis à peu près tout le monde, les technologies informatiques demeurent encore trop complexes pour trop de personnes dans la société. Une enquête menée en 1998 auprès de 6 000 utilisateurs d'ordinateurs a fait ressortir que chacun passait en moyenne 5,1 heures par semaine pour essayer d'en comprendre les diverses fonctions (Shneiderman, 2000). En outre, beaucoup de personnes n'utilisent toujours pas les ordinateurs, notamment en raison de la difficulté à comprendre le fonctionnement des systèmes. Les guichets automatiques sont un exemple de systèmes d'information grand

public que la plupart des utilisateurs maîtrisent relativement bien. Il faut noter cependant que ces guichets ont pris plusieurs années à s'implanter malgré leur fonctionnement relativement simple à l'aide de quelques touches. D'autres systèmes comme les sites de commerce électronique représentent toutefois une source de frustration pour encore une grande partie de la population (Shneiderman et Hochheiser, 2001).

On intègre maintenant dans les systèmes d'information des images, des textes, du son, des animations et de la vidéo. En ajoutant ces différentes fonctions, on espère améliorer la communication avec l'être humain. Malheureusement, ces améliorations se font souvent de façon désordonnée. Par exemple, même s'il est possible d'ajouter de la musique ou du son dans les présentations multimédias, il faut se demander si cet ajout améliore la compréhension du message ou s'il ne distrait pas plutôt la personne en détournant son attention des éléments plus importants de la présentation (Nielsen, 1999).

S'il est déjà difficile de concevoir des systèmes conviviaux pour des utilisateurs expérimentés, en concevoir pour un large auditoire inexpérimenté s'avère une tâche encore plus ardue. Un problème majeur est de rendre les systèmes utilisables par des personnes qui ont des habiletés fort variées et qui, souvent, n'ont aucune connaissance des ordinateurs. Il faut notamment satisfaire les jeunes comme les plus vieux, les gens instruits comme ceux qui le sont moins, les travailleurs manuels, les communautés culturelles, les personnes qui souffrent d'un handicap temporaire ou permanent, et ainsi de suite. Le défi est de

comprendre la diversité des utilisateurs afin de développer des systèmes simples et intuitifs qui n'exigeront pas un apprentissage laborieux (Kobsa et Stephanidis, 1998).

Par ailleurs, les problèmes éprouvés il y a des décennies pour rendre les systèmes plus conviviaux sont toujours d'actualité. Bien qu'autrefois les militaires cherchaient des moyens pour comprendre rapidement la multitude de données qu'ils devaient interpréter sur-le-champ (Wise, 2000), nous vivons toujours les mêmes problèmes en essayant aujourd'hui de faire déchiffrer, assimiler et comprendre par le grand public une infinité d'informations disparates.

Dans le domaine des transports, les nouvelles technologies sont de plus en plus utilisées pour améliorer la gestion des déplacements et réduire les accidents sur le réseau routier. On recueille par divers moyens (boucles de détections, systèmes de caméras, patrouilleurs, etc.) des données sur les conditions de la circulation qui sont par la suite traitées et retransmises sous d'autres formes à la population. On espère ainsi influencer les usagers de la route afin qu'ils puissent prendre en considération ces renseignements dans la planification de leurs déplacements. Le défi est toutefois de taille compte tenu de la multitude de données à traiter et de la nécessité de les rendre compréhensibles par la population.

La présente recherche porte sur l'utilisabilité des systèmes d'information grand public, plus précisément sur une application grand public liée au domaine du transport des

personnes et des marchandises. Est-il possible, en suivant des règles de conception reconnues, de construire un système d'information intuitif qui se rapproche du langage naturel des usagers ? Il s'agit d'un système d'information touchant les conditions routières en période hivernale.

Elle comprend trois chapitres. Le premier chapitre présente une recension des écrits traitant de l'évolution des systèmes de communication et des échanges de données, des systèmes d'information en général, de l'ergonomie des interfaces, des systèmes d'information grand public, du cycle d'utilisabilité et des systèmes intelligents de transport (SIT). Le deuxième chapitre présente la méthodologie utilisée pour concevoir un système d'information grand public selon le cycle d'utilisabilité. Le troisième chapitre propose une application d'un système d'information grand public qui touche les conditions routières en période hivernale. Enfin, en conclusion, ce genre de systèmes est mis en perspective et des avenues de recherches futures sont proposées.

## **CHAPITRE 1**

### **LES SYSTÈMES EXISTANTS**

La présente recension des écrits vise à mieux comprendre les relations qui existent entre les diverses technologies ainsi qu'à définir les défis que doivent relever les chercheurs afin que les informations touchant le public soient accessibles et compréhensibles. Quel rôle ont joué les technologies dans le développement des systèmes d'information actuels ? Quelles sont les règles à suivre pour mettre au point des systèmes d'information efficaces et bien conçus ?

La première section traite de l'incidence des technologies sur l'évolution des systèmes d'information modernes, ou comment les systèmes de communication ont influencé le développement des systèmes d'information en facilitant l'acquisition et l'échange de données sur la planète. La deuxième section porte sur les systèmes d'information en général, à travers notamment des notions d'interfaces et d'ergonomie. La troisième section examine les difficultés qui doivent être surmontées pour rendre accessibles au grand public les systèmes d'information. La quatrième section porte sur le cycle d'utilisabilité, une méthode formelle pour concevoir et développer des systèmes

adaptés aux besoins des utilisateurs. Enfin, la dernière section présente quelques notions relatives aux systèmes intelligents de transport.

## **1.1 L'incidence des technologies sur l'évolution des systèmes d'information modernes**

Aujourd'hui, en nous plongeant dans l'ère de l'information, nous constatons que les outils de communication ont levé bien des barrières. Si l'humanité toute entière peut communiquer instantanément, c'est grâce à des inventions comme le télégraphe, le téléphone, la radio, la télévision, les satellites, les cellulaires, les microprocesseurs et Internet. L'influence des systèmes de communication dans le développement des systèmes d'information de masse a été déterminante. Ces améliorations successives ont contribué au déploiement sur la planète du réseau Internet et à l'émergence de nouveaux services à la population.

Bien avant l'invention du premier système de communication par fils, on utilisait un système de sémaphores composé de drapeaux et lumières pour communiquer sur de longues distances. Au 18<sup>e</sup> siècle, ces systèmes permettaient de transmettre des signaux d'un lieu à un autre. Un observateur installé à un endroit surélevé déchiffrait le message et le transmettait à un autre observateur à la station suivante (Bruno, s.d.). Les premiers systèmes de communication par fils remontent à l'invention du télégraphe au 19<sup>e</sup> siècle. Ce système de communication révolutionna la façon de communiquer entre les humains. Le télégraphe utilisait le morse, un code inventé par Samuel Morse et utilisé à partir de 1844.

Le morse consiste en une suite de points et de tirets qui représentent les lettres de l'alphabet ainsi que des chiffres numériques. Le message bien connu «SOS» était représenté par ... - - - ... (trois points, trois tirets, trois points) (Van Capelleveen, 2000). Il est par ailleurs intéressant de noter l'analogie entre le premier système de communication par fils et les systèmes d'information modernes. Bien que le premier système de communication par fils remonte à plus de 150 ans, on utilisait seulement deux signaux pour communiquer, à l'instar des systèmes modernes qui font appel également à un système binaire (0/1) pour communiquer et échanger des données.

En 1876, le physicien Alexander Graham Bell inventa le téléphone. Si le télégraphe fonctionnait à l'aide de pulsations électriques, le téléphone, quant à lui, utilisait le principe analogique. Il s'agit d'une représentation analogique d'une onde qui transporte le son entre un transmetteur et un récepteur. Le transmetteur téléphonique convertit les sons en impulsions électriques et le récepteur, situé à l'autre extrémité, décode ces impulsions pour reconstituer le son («Telephone», 2002). L'importance de cette invention est capitale puisque, sans le téléphone, il serait impossible de relier les millions d'ordinateurs sur la planète.

En 1902, Marconi fit la première transmission transatlantique d'ondes radio sans fil entre Cornwall en Angleterre et Saint-Jean Terre-Neuve. Ce médium se développa graduellement et, vers les années 1920, la radio était utilisée comme moyen de communication de masse. À cette époque, les principaux problèmes de transmission sur de

longues distances provenaient des interférences atmosphériques qui brouillaient les ondes radio. Ces problèmes subsistèrent jusqu'aux années 1940 alors qu'on découvrit que les interférences pouvaient être réduites en augmentant la fréquence des transmissions. En 1935, les transmissions téléphoniques commerciales autour de la planète commencèrent à se développer. On utilisait une combinaison des technologies par fils et par ondes radio (Bellis, s.d.). Cette invention revêt une importance majeure puisqu'elle permet aujourd'hui de communiquer aux endroits les plus reculés de la planète par la voie des ondes.

Après la Seconde Guerre mondiale, on assista à la naissance de la télévision. Les transmissions se faisaient alors par ondes VHF, un spectre semblable à celui des ondes radio. Vers les années 1960, les entreprises de télédiffusion commencèrent à utiliser les hautes fréquences UHF (300 MHz à 30 000 MHz). Les entreprises de téléphone commencèrent également à utiliser ces hautes fréquences pour les communications téléphoniques.

Par ailleurs, le mode de transmission téléphonique a influencé le développement des transmissions de données, notamment celles effectuées sur le réseau Internet. Une caractéristique des systèmes de communication téléphonique est qu'ils fonctionnent selon le principe du *switching*. Au début de la téléphonie, les systèmes de communication par *switching* permettaient de connecter deux téléphones entre eux pour la durée de chaque appel. À cette époque, la communication était effectuée manuellement par des téléphonistes. Par la suite, des systèmes électromécaniques furent utilisés et, au début des

années 1960, on implanta des commutateurs électroniques. On commençait dès lors à parler de réseaux intelligents qui permettent de diriger et de conserver l'information en utilisant des commutateurs digitaux, des liens de transmission, des ordinateurs et des bases de données (Wise, 2000).

Une innovation importante dans les communications de masse fut la transmission par paquets (*packet switching*). Dans un réseau de transmissions par paquets, les données sont divisées en petits paquets, chaque paquet étant identifié et contenant une partie du message. On trouve un en-tête (*header*) qui indique la destination du message, le propriétaire de chaque message et sa position dans le message total. À chaque nœud du réseau l'ordinateur lit et dirige les différentes parties (*packages*) du message vers sa destination finale. L'ensemble du message est assemblé lorsqu'il atteint sa destination finale («*Packet switches*», s.d.).

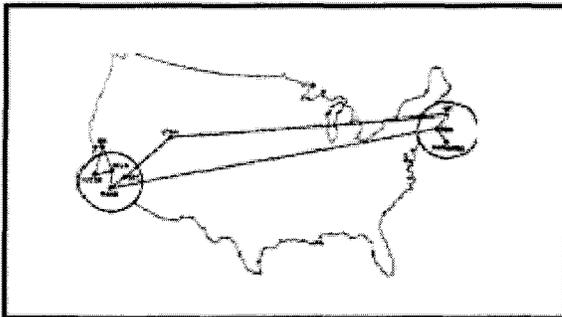
Ce mode de transmission par paquets fut un élément clé du projet de recherche de l'armée américaine Advanced Research Programm Agency Network (ARPANET). Ce projet a été développé à l'époque de la guerre froide entre les États-Unis et l'URSS. Les responsables de la défense étasunienne, qui voulaient être capables de communiquer en cas d'attaque nucléaire, ont alors développé un réseau de communication sur le territoire. Il s'agissait d'un réseau de serveurs disséminés dans les différents centres de contrôle et de recherche des États-Unis. Chaque serveur devenait un nœud du réseau et il était possible d'acheminer des messages par plusieurs chemins sur le réseau. Si un nœud devenait

inutilisable pour une raison quelconque, il était toujours possible d'acheminer les données par un autre chemin sur le réseau.

La transmission des messages n'était pas contrôlée par un organisme central, elle reposait plutôt sur la collaboration des différents éléments du réseau. En subdivisant les données par paquets, on augmentait également la sécurité des communications.

Ce projet débuta en 1969 et il est le précurseur du réseau Internet que nous connaissons aujourd'hui («ARPANET», s.d.). Ce nouveau moyen de communication permet maintenant un accès facile à l'information partout sur la planète. Il a révolutionné les communications et notre façon de vivre.

**FIGURE 1 Arpanet carte de juin 1970**



**Source : ARPANET (s.d.)**

Une autre innovation majeure concerne le développement des communications par satellites. Ces technologies se développèrent à compter des années 1960. En 1964, l'International Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT) fut formé. Ce

consortium comprenant 110 nations a comme mission de coordonner les communications internationales par satellite. En 1965, INTELSAT lançait Intelsat1. Il s'agit du premier satellite commercial de communications géosynchronisé. Un satellite géosynchronisé prend 24 heures pour compléter une orbite terrestre à une distance de 36 000 kilomètres. Puisqu'il s'agit de la même période de rotation que celle de la terre, il reste donc en position stable par rapport à la terre. Il peut alors être utilisé pour retransmettre des signaux de communication («*Intelsat programm NASA*», s.d.).

Dans les années 1980, on assista à l'émergence de la téléphonie cellulaire grand public. On vit également l'implantation de nouvelles infrastructures de communication avec les câbles coaxiaux qui avaient une capacité beaucoup plus grande que les conduits téléphoniques (plus de 400 000 fois) et qui permettaient une forme interactive de communication (Wise, 2000).

Une étape cruciale pour la transmission d'informations fut l'invention du modem dans les années 1970. Il devenait possible pour les ordinateurs de communiquer entre eux en passant par le réseau téléphonique. Le modem convertit les signaux digitaux de l'ordinateur en signaux analogiques de la ligne téléphonique. Le modem a réduit considérablement les coûts de transport des données par l'utilisation des systèmes téléphoniques. Il offrait la possibilité de connecter les ordinateurs entre eux par l'infrastructure de communication la plus développée sur la planète, soit les réseaux téléphoniques («*PC Modem*», 2001).

Un problème technique majeur au début des années 1980 visait la capacité des réseaux téléphoniques de transmettre cette masse importante de données. À cette époque, les systèmes téléphoniques ne possédaient pas suffisamment de largeur de bande passante pour transmettre de grandes quantités de données. La bande passante est un terme utilisé pour définir la capacité de transfert d'informations par un canal de communication. La transmission de la voix par téléphone requiert une bande passante de 64 000 bits par seconde alors qu'une image vidéo sur un écran de télévision exige une bande 2 000 fois plus puissante (on parle ici de millions de bits par seconde). Plus la bande passante est large, plus on peut augmenter l'intervalle de fréquences et, par conséquent, la quantité d'informations qui peuvent être transmises dans une période donnée (Wise, 2000). Depuis une dizaine d'années, l'évolution technologique a permis d'augmenter considérablement la largeur de la bande passante et la vitesse de transmission des données. Il est maintenant possible de transférer dans un délai raisonnable des images graphiques et des présentations multimédias (sons, images, textes, vidéos).

C'est toutefois l'invention des microprocesseurs qui a révolutionné le développement des systèmes d'information. L'invention du transistor en 1948 puis des circuits intégrés a permis de miniaturiser des millions de transistors sur une plaque de silicium. Cette contribution fut tellement importante qu'elle valut à ses trois auteurs, en 1956, le prix Nobel de physique. Au début des années 1970, des ingénieurs de la compagnie Intel développèrent un microprocesseur sur une plaque de silicium. Cette plaque est l'équivalent du cerveau de l'ordinateur, c'est-à-dire le CPU (*Central Processing Unit*).

Le premier microprocesseur, appelé le 4004, mesurait 5 mm sur 10 mm et contenait l'équivalent de 2 300 transistors sur une seule plaque de silicium. Il était aussi puissant que l'ordinateur ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) de 30 tonnes construit en 1946 à la demande de l'armée américaine (Riordan et Hoddeson, 1999). Quelques années plus tard, au milieu des années 1980, on pouvait mettre plus de un million de transistors sur une seule plaque de silicium. Un des pionniers des semi-conducteurs, Gordon Moore, a d'ailleurs prédit dans les années 1960 que les composantes dans chaque plaque de silicone continueraient de doubler chaque année. Cette prédiction est devenue la célèbre loi de Moore. L'incidence économique de cette invention est incalculable. Alors que les premiers transistors coûtaient quelques dollars, il est maintenant possible, pour le même prix, d'acheter une plaque qui contient l'équivalent de 16 millions de transistors. Aucune autre technologie n'a connu une diminution comparable de ses coûts de production (Moore, 1999). Ces progrès ont permis la mise au point d'ordinateurs de masse et l'évolution de systèmes d'information multimédia accessibles au grand public.

Naturellement, on ne peut passer sous silence l'influence de visionnaires comme Bill Gates ou Steve Jobs qui ont réussi en quelques années seulement à construire des empires dans le domaine de la micro-informatique. Un peu comme l'avait fait Henry Ford au début de l'automobile, ils ont basé leur stratégie sur l'accessibilité universelle des systèmes d'information.

## 1.2 Les systèmes d'information en général

Les recherches dans le domaine militaire, notamment l'étude des sciences balistiques, ont fortement influencé le développement des systèmes d'information. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, on calculait les trajectoires des projectiles à l'aide de tables balistiques. Ces tables étaient construites en utilisant les techniques mathématiques d'équations différentielles. Vers les années 1930, Vannevar Bush, directeur de la F.D. Roosevelt's Office of Scientific Research and Development, a mis au point un calculateur analogique afin de reproduire les tables de trajectoires (Wise, 2000). Ce système était cependant trop lent et, même pendant les années 1940, les calculs devaient être effectués à l'aide de calculatrices manuelles et de tables balistiques. Plus tard, l'accélération des développements technologiques ne permettait plus d'effectuer les calculs manuellement. La complexité grandissante des équations et les besoins d'accélérer les calculs ont conduit à la création des ordinateurs numériques. Ainsi, c'est l'incroyable quantité de données à traiter qui est à l'origine du développement d'ordinateurs de plus en plus puissants et des systèmes d'information actuels.

Par ailleurs, Alan Turing fut l'un des premiers à développer la notion d'algorithme et de calculabilité. Dans les années 1950, les ordinateurs étaient conçus pour des usages particuliers et Turing démontra qu'il était possible de résoudre la plupart des problèmes en suivant une séquence d'instructions. Il croyait qu'un ordinateur pouvait arriver à résoudre la plupart des problèmes en subdivisant les tâches dans une série d'instructions simples. Il s'agit du même processus utilisé aujourd'hui lors de la conception d'algorithmes. La thèse

de Turing est que tout ce qui est calculable peut être calculé par une machine de Turing (Desharnais, 1998). Ce concept était révolutionnaire à l'époque et il est toujours utilisé aujourd'hui pour évaluer la complexité de problèmes pour lesquels aucun algorithme efficace n'est connu (NP-complétude) (Brassard et Bradley, 1987).

### **1.2.1 Représentation et interprétation de l'information**

Les progrès rapides des systèmes de communication et des ordinateurs ont permis de traiter des quantités de plus en plus grandes de données, mais comment interpréter cette masse d'information ?

Dans le contexte du début de la guerre froide au cours des années 1950, les États-Unis avaient développé un système de défense pour l'Amérique du Nord (NORAD). Il s'agissait notamment d'une série de stations radars qui surveillaient les éventuels missiles qui pourraient provenir de l'Union soviétique par le pôle nord. Les commandants de NORAD avaient besoin de cette information instantanément, et celle-ci devait être interprétable rapidement. C'est ce qui a mené aux recherches sur les interfaces graphiques.

Les interfaces graphiques existaient déjà lors de la Seconde Guerre mondiale, mais il s'agissait de radars rudimentaires (oscilloscopes) qui mesuraient le temps de propagation des ondes, notamment entre l'aller et le retour vers une cible. Après la Deuxième Guerre mondiale, la guerre froide entre les deux superpuissances exigeait une intelligence militaire plus complète. Une quantité beaucoup plus grande de données devait maintenant être

affichée sur les écrans de NORAD et le problème résidait dans leur interprétation. Il devenait inutile de posséder une infinité de données si l'on ne pouvait les comprendre facilement.

L'évolution des systèmes a conduit à l'émergence de nouvelles disciplines afin de mieux comprendre les mécanismes qui régissent les interactions entre l'humain et l'ordinateur. On a ainsi compris que l'écran ne devait pas uniquement servir à afficher de l'information, mais qu'il pouvait aussi être utilisé pour entrer des données. La souris d'ordinateur fut inventée par Engelbart alors qu'il travaillait sur le projet ARPANET (Engelbart, 2002; Nielsen's, 2002; Aubin, 1997). Les interfaces graphiques ont également été développées grâce aux travaux effectués par Yvan Sutherland, considéré comme le père des ordinateurs graphiques (Wise, 2000).

Dans le domaine de la représentation de l'information, Vannevar Bush fut l'un des premiers à imaginer un système qui permettrait de retrouver plus facilement l'information contenue dans les documents. Son concept, appelé *Memex*, permettait de naviguer et de faire des liens entre les sujets dans un document (Bush, 1945).

Les travaux de Bush influencèrent d'autres chercheurs qui désiraient représenter l'information à un niveau plus élevé qu'une simple suite de nombres. Ainsi, on proposa un système qui permit de représenter l'information comme un réseau de nœuds dans lesquels il était possible de naviguer à son gré (Engelbart, 2002). Le terme hypertexte a été défini

formellement comme une forme d'écriture non séquentielle par Ted Nelson (Keep, McLaughlin et Parmar, 1993; Wise, 2000). Ce concept a été crucial dans le développement de systèmes d'information interactifs multimédias.

On intègre maintenant dans les systèmes d'information des images, des textes, du son, des animations, de la vidéo, bref tout ce qui se rapproche du système sensoriel de l'être humain (Engelbart, 2002). À la limite, on cherche à transformer des suites de nombres binaires en symboles, en images et en concepts qui représenteront le plus fidèlement possible la réalité.

### **1.2.2 La conception d'interfaces**

L'importance du développement des interfaces s'est accrue au fil des ans. Il semble que 40 % des coûts de développement visent les interfaces et 80 % des coûts d'entretien sont imputés aux besoins non satisfaits ou non anticipés des utilisateurs (Aubin, 1997). Des interfaces bien faites entraîneraient une réduction importante des coûts de formation (Comaford, 1993). En outre, les bénéfices financiers sont beaucoup plus élevés que les coûts pour développer des interfaces bien conçues. Par exemple, supposons un système comptant 200 utilisateurs. Si chaque utilisateur saisit 50 écrans par jour, une réduction de 5 secondes du temps de traitement par écran pourrait engendrer une diminution des dépenses de près de 50 000 \$ annuellement.

Par ailleurs, il n'y a pas de méthode infaillible qui permettrait de mettre au point des systèmes parfaits en appliquant simplement des recettes. Il s'agit de méthodes empiriques itératives qui font appel au jugement et au sens de l'observation du concepteur. En outre, un piège à éviter est de penser que, si nous comprenons bien le système, la plupart des utilisateurs le comprendront également. Des techniques développées par des experts en sciences cognitives afin de normaliser le processus de conception des interfaces et des systèmes d'information (Aubin, 1997). Elles sont décrites dans les prochaines lignes.

### **Le modèle conceptuel**

Selon Norman (1995), un bon modèle conceptuel permet de prédire les effets de nos actions. Dans la vie courante, les modèles conceptuels peuvent être simples. En fait, il n'est pas nécessaire de comprendre toute la technologie sous-jacente pour être en mesure de faire fonctionner le système efficacement (Smith, Irby, Kimball, Verplank et Harslem, 1982). William (1996) suggère également une adéquation entre la complexité de la tâche et le modèle mental. Autrement dit, plus la tâche est complexe, plus il s'avère important de définir un modèle clair et précis sur la façon de résoudre le problème.

Du point de vue de l'utilisateur, un modèle conceptuel est une représentation mentale qui permet de prédire le comportement du système. Par exemple, la personne qui conduit une automobile à transmission automatique sait qu'il y a la pédale de frein à gauche et l'accélérateur à droite. En appuyant sur l'accélérateur, elle sait que la voiture avancera et, sur le frein, qu'elle devrait s'immobiliser. Si un nouveau modèle de voiture inversait ces

deux pédales, il apparaît évident que le modèle conceptuel ne serait plus clair pour les utilisateurs. Le principe est le même pour les systèmes d'information, c'est-à-dire que le modèle doit être suffisamment clair pour permettre à l'utilisateur de prédire le comportement du système. Dans la conception d'une université en ligne, par exemple, il serait préférable que le modèle ait une certaine ressemblance avec la réalité (salles de cours, bibliothèque, etc.) afin que l'étudiant puisse s'y retrouver.

Bref, le modèle conceptuel permet à l'utilisateur de comprendre et d'interagir avec le système (Smith, Irby, Kimball, Verplank et Harslem, 1982). Un des exemples les plus frappants est l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island au début des années 1980. La cause exacte de l'accident n'a jamais été reconnue de façon unanime par les experts. Les rapports d'enquête ont cependant fait ressortir que la mauvaise conception du panneau de contrôle a induit les opérateurs en erreur. Ce panneau ne traduisait pas bien l'état du système et, de plus, il n'indiquait pas clairement la façon de rectifier la situation (Preece, 1994). Pour éviter ce type de problèmes, il est recommandé de fournir un modèle conceptuel clair et cohérent.

Finalement, lorsque le concepteur construit son système, il s'attend à ce que son modèle conceptuel soit le même que celui de l'utilisateur. Or, le concepteur ne sera pas sur place pour expliquer le fonctionnement de son modèle et la communication avec l'utilisateur se fera par l'intermédiaire des images affichées à l'écran. Il s'agit d'une autre raison pour rendre le système suffisamment explicite afin de réduire les risques d'erreurs.

## **La simplicité**

Dans plusieurs domaines de la vie courante, la simplicité et l'économie sont des règles d'or pour faciliter l'utilisation de nos objets électroniques ou autres (Norman, 1995). Qui n'a pas vécu la frustration de faire fonctionner une manette vidéo ou un autre système électronique complexe ? Généralement, moins il y a de fonctions, plus c'est facile à comprendre et plus c'est facile à utiliser. Les guichets automatiques sont un exemple de simplicité pour la majorité des utilisateurs. Dans d'autres domaines, cette simplicité semble cependant beaucoup plus difficile à mettre en pratique, et ce, pour diverses raisons. Ainsi, plusieurs sites Internet font un usage abusif des animations ou autres fonctions multimédias. Ces effets spéciaux sont trop souvent une source de distraction qui nuisent à la bonne compréhension du message. La présence d'images, d'icônes, de boutons ou autres éléments graphiques disséminés sur l'écran peuvent également produire un effet de désordre et de confusion (Benson, Elman, Merchan, Nickel et Robertson, 2001). En outre, on utilise parfois des nouvelles technologies uniquement parce qu'elles sont disponibles, sans chercher à savoir si elles sont d'une quelconque utilité pour les utilisateurs.

La simplicité suppose qu'il ne faut conserver que les éléments qui apparaissent absolument nécessaires à la communication (Lynch et Horton, 1997; «Apple Computer», 1996; Faraday et Sutcliffe, 1997). Nous possédons tous une limite quant à notre capacité à absorber l'information et excéder cette limite risque de nuire à l'utilisateur. De plus, la présence d'éléments qui ne sont pas indispensables détourne l'attention de l'utilisateur sur des éléments moins importants. La capacité de la mémoire à court terme étant très limitée,

nous réduisons alors l'espace disponible dans la mémoire de l'utilisateur (Jansen, 1998). Idéalement, l'utilisateur devrait uniquement voir l'essentiel du message qui se déroule sous ses yeux. Il s'agit de retirer toute information qui n'est pas indispensable à la compréhension de l'information ou du système (Marcus, 1995). Dans le domaine des systèmes grand public, cette règle s'avère encore plus importante.

### **La perception**

Notre perception des choses dépend de notre expérience, notre culture, notre éducation. Par exemple, un maître des échecs qui observe une partie en cours verra des aspects (stratégie, coups à venir, évolution de la partie) qu'un joueur novice ne peut percevoir.

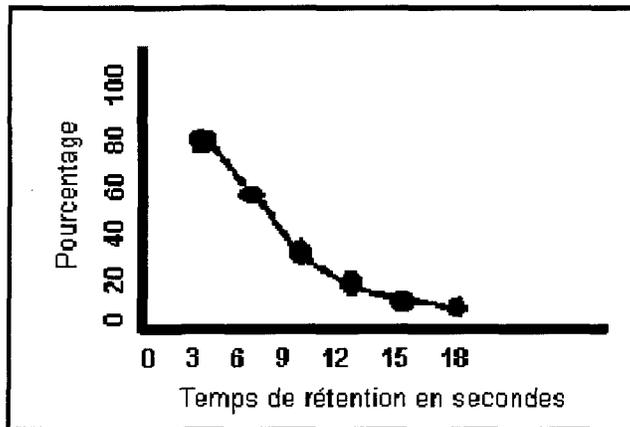
La perception ne représente pas le miroir de la réalité, mais plutôt l'interprétation que nous en faisons. Ainsi, nous pouvons donner des significations différentes à des objets en fonction de leur disposition à l'écran (Jones, 1988). Si, à l'écran, nous disposons les éléments de façon judicieuse, nous dirigeons l'attention de l'utilisateur vers les informations les plus importantes. Une façon de présenter une information bien organisée est d'établir des relations claires entre les différents éléments. Ces concepts, qui semblent pourtant simples de prime abord, peuvent cependant être difficiles à mettre en pratique dans des situations réelles. Par exemple, certains mots peuvent avoir plusieurs sens et ils ne seront pas nécessairement interprétés de la même façon par tous (Marcus, 1995).

### **La cohérence**

La cohérence doit se trouver dans l'ensemble du projet, en ce qui a trait aux interfaces, à la documentation, à l'aide en ligne ou aux tutoriaux sur vidéocassette (Nielsen, 1992). La cohérence interne fait référence au respect des mêmes règles et conventions pour tous les éléments des interfaces. En revanche, la cohérence externe suppose les mêmes conventions entre les applications. Par exemple, l'icône Copier dans la suite MSOffice est le même d'une application à l'autre (MSWord, Excel, Access). La cohérence signifie également la compatibilité avec les conventions utilisées dans le monde réel. Ainsi, il est reconnu universellement qu'un feu rouge signifie un danger ou un signal d'arrêt. S'il est nécessaire de transgresser la règle de la cohérence, il faut s'assurer qu'il y aura une valeur ajoutée dans la compréhension du message. À noter qu'une certaine incohérence ou inconsistance peut parfois être bénéfique pour faire ressortir les éléments importants de l'interface (Gruding, 1989). Il s'agit d'une question de jugement.

### **La densité informationnelle**

Le critère de densité informationnelle concerne la charge du point de vue perceptif et mnésique pour l'ensemble des éléments affichés à l'écran. La recommandation est de limiter la densité informationnelle en affichant uniquement les informations nécessaires. Des expériences ont en outre démontré qu'après quelques secondes le pourcentage de rétention est de moins de 50 % (Charlton, 2001, Murdock, 1961; Peterson et Peterson, 1959). Il est donc inutile de surcharger l'écran d'éléments d'information qui seront oubliés après quelques secondes. La figure 2 illustre ce phénomène.

**FIGURE 2 Rétention de la mémoire à court terme**

Sources : Peterson et Peterson (1959)

### La clarté et la distinction entre les éléments

La clarté entre les éléments favorise une meilleure compréhension des écrans. Il est donc important que la signification des éléments soit claire. Il faut également pouvoir discriminer les éléments essentiels des éléments secondaires. En outre, on recommande de choisir des éléments qui se distinguent facilement les uns des autres, en particulier les éléments les plus importants (Marcus, 1995).

### Le regroupement

Lorsqu'on parle de regroupement d'éléments, on fait référence aux groupes d'éléments qui formeront un agencement cohérent. La quantité d'éléments peut varier, c'est la façon dont l'ensemble sera regroupé qui permettra de réduire la charge sur la mémoire. Par exemple, pour retenir le numéro de téléphone (418) 752-2221, on peut retenir chacun de ces chiffres. Nous avons alors la séquence 4 1 8 7 5 2 2 2 2 1, qui contient dix éléments.

Si nous faisons plutôt le regroupement 418 752 22 21, nous n'avons que quatre éléments à retenir.

Badre (1982) a noté que le regroupement pouvait être utilisé dans la conception des interfaces dans le but de réduire la charge sur la mémoire de travail. De façon pratiquement unanime, les chercheurs s'accordent pour limiter à neuf le nombre d'éléments à regrouper sur les écrans. Ce chiffre a été déterminé par Miller (1956) dans le cadre de ses travaux sur la mémoire. Le chiffre magique de Miller est de  $7 \pm 2$  éléments, et il correspond à la capacité de rétention de la mémoire à court terme chez l'être humain. L'idée est que l'être humain a une capacité de mémoire à court terme limitée et, lorsqu'on excède cette capacité, il faut alors en retrancher une partie pour faire de la place à autre chose. Cependant, dans un système d'information grand public, il serait préférable de viser la limite inférieure du chiffre magique de Miller, soit cinq éléments, lorsque cela s'avère possible.

### **La lecture des textes**

L'acuité visuelle est maximale au centre de la fovéa, c'est-à-dire à l'endroit de la rétine où se projette le point que fixe le regard. L'amplitude angulaire de la fovéa est de deux degrés et elle permet de focaliser sur trois à quatre lettres à la fois (Patterson et Tinker, 1947). Pour compenser cette perte d'acuité, le regard effectue continuellement des mouvements appelés «saccades» à un intervalle d'une fraction de seconde (Card, Moran et Newell, 1983). Quand le regard est fixé sur un mot, seulement une partie des lettres est projetée dans la zone de la fovéa. Les lettres situées de part et d'autres sont de moins en

moins précises au fur et à mesure de l'éloignement (Levy-Schoen et O'Regan, 1989). Par conséquent, les yeux ne parcourent pas uniformément les lignes d'un texte et ce phénomène influence le temps de lecture.

### **Le temps de lecture**

Dans le processus de lecture, le regard saute d'un point à un autre des lignes et fixe certaines portions de mots plus longtemps que d'autres. Ainsi, plus les mots sont courts, plus le temps de lecture l'est également, notamment parce que la première fixation sur un mot a plus de chances de se retrouver près du milieu du mot. Si le mot est long et que la fixation se trouve vers la fin du mot, le regard devra alors revenir vers l'arrière et cela allongera le temps de lecture. Il s'agit du phénomène de régression. Dans une lecture rapide d'un texte facile, on observe de 10 % à 20 % de régressions (Levy-Schoen et O'Regan, 1989). Il faut également considérer les régressions qui résultent de la difficulté à lire certains textes compliqués (mots rares, sens ambigus, etc.).

En outre, chaque saccade prend environ 30 millièmes de seconde et la durée de chaque fixation varie de 60 à 700 millièmes de seconde (Russo, 1978). Il est difficile de faire une moyenne parce que les écarts peuvent être très grands entre un lecteur lent et un lecteur plus rapide. Le temps de fixation pour des élèves de 1<sup>re</sup> année du primaire est de 660 millièmes de seconde (Buswell, 1992). De plus, certaines recherches auraient démontré que le temps de lecture à l'écran est 28 % plus long que sur papier (Jones, 1988). Les raisons invoquées sont le nombre de caractères par lignes et l'espacement plus grand entre les

lettres sur un écran (Kruk et Muter, 1984). La rencontre d'un mot long ou difficile amène aussi une concentration des régressions et l'allongement du temps de lecture.

Si nous prenons une saccade par mot et un temps de fixation moyen de 230 millièmes de seconde, le taux de lecture par minute serait de :

$$(60 \text{ sec/min}) / (230 \text{ ms/saccade} * 1 \text{ saccade/mot}) = 261 \text{ mots/min}$$

Si le temps de lecture à l'écran est 28 % plus long, nous obtenons un taux de 203 mots/min. Un texte de 10 mots exige un temps de lecture de 3 secondes. Si nous augmentons le temps de lecture pour favoriser un plus grand nombre de personnes, nous obtenons un temps de lecture d'environ 5 secondes pour 10 mots (temps de fixation de 400 millièmes de seconde par mot). Il faut cependant faire attention de ne pas allonger indûment le temps d'affichage car il y a risque d'ennuyer plus rapidement les lecteurs et de créer un sentiment de frustration. Idéalement, il s'agit de personnaliser le temps de lecture pour l'adapter aux différentes catégories de lecteurs. Lorsque cela n'est pas possible, il faut doser judicieusement le temps de lecture de façon à accommoder les lecteurs plus lents et à ne pas ennuyer les lecteurs plus rapides.

Finalement, on estime que le temps de lecture est 13 % plus rapide pour des textes écrits normalement avec des lettres majuscules et minuscules qu'un texte écrit seulement en lettres majuscules (Poulton et Brown, 1968).

### **La grosseur des lettres**

En ce qui concerne la grosseur des lettres, celle-ci est fonction de la distance de lecture à l'écran et de la vision de l'utilisateur. Sous un bon éclairage et à une distance de 0,35 mètre, on recommande des hauteurs de lettres qui varient entre 3 et 5,1 mm (Heglin, 1973). Naturellement, la meilleure façon de valider le système est de vérifier l'effet sur place et de faire les ajustements nécessaires. Dans le cas de systèmes grand public, il est cependant préférable d'être plus conservateur et d'augmenter la taille des caractères afin d'accommoder le plus grand nombre possible d'utilisateurs.

### **La largeur des lignes**

En ce qui concerne la largeur des lignes du texte, on recommande entre 40 et 60 caractères (Tullis, 1988). Cette recommandation se fonde sur le fait que les lecteurs éprouvent plus de difficulté à retourner au début de la ligne suivante après une longue ligne (Marcus, 1995). Une analogie peut se faire avec la largeur des colonnes des journaux et des magazines, qui sont composés en colonnes étroites pour des raisons physiologiques. À une distance normale de lecture, la largeur de l'empan de lecture est de 8 cm. L'empan de lecture est la largeur où il est possible de lire de façon confortable sans qu'il soit nécessaire de bouger la tête. Cette mesure correspond approximativement aux largeurs des colonnes des journaux. À l'écran, on recommande une largeur variant entre 40 et 60 caractères (Lynch et Horton, 1997).

### **Les interlignes**

Plusieurs expériences ont été menées au sujet de la distance à respecter entre les lignes. On a comparé le temps de lecture à l'écran pour des textes à simple interligne et à double interligne. Le temps de lecture était 11 % plus rapide pour les textes à double interligne (Kruk et Muter, 1984). Le temps de lecture des textes à simple interligne est plus long parce qu'il comporte plus de périodes de fixation par ligne (Kolers, Duchnicky et Fergusson, 1981).

### **Les couleurs**

Les couleurs pasteltes constituent les meilleurs choix pour les fonds d'écrans ou les éléments mineurs (Lynch et Horton, 1997). Il est également important de choisir un contraste suffisamment grand entre les caractères et le fond d'écran de façon à bien distinguer les caractères. Le meilleur contraste est le blanc et le noir, mais il peut à la longue devenir fatigant pour la vue. Il s'agit de faire des essais jusqu'à ce qu'on trouve une combinaison adéquate. En outre, il ne faut pas négliger l'aspect des couleurs qui peut changer sous l'effet de l'éclairage (Murch, 1995).

### **La visibilité**

Les divers éléments doivent être facilement visibles à l'écran et distinguables les uns des autres. Par exemple, il est important de choisir une résolution d'écran appropriée, d'éviter les reflets dans l'écran ou de choisir des couleurs qui offriront des contrastes

suffisants. L'environnement physique influence grandement la qualité de l'interaction, par exemple la température, le bruit ou l'éclairage (Bauer, 1991).

### **La lisibilité**

La lisibilité vise la facilité à interpréter l'écran et à le comprendre, de même que l'esthétique de l'écran (Marcus, 1995). Elle concerne principalement les fontes des caractères et leur disposition à l'écran. Voici les principales règles à respecter (Jones, 1988) :

- Utiliser un maximum de trois types de caractères et de trois grosseurs différentes.
- Les lignes du texte devraient avoir un maximum de 40 à 60 caractères.
- Éviter les textes centrés dans les listes.
- Éviter de justifier les phrases courtes.
- Utiliser des lettres majuscules et minuscules.
- Éviter les textes complètement en majuscules.

### **La disposition des éléments**

La façon dont les éléments sont disposés à l'écran joue un rôle important dans l'appropriation des informations pertinentes par l'utilisateur (Tullis, 1988). D'autres chercheurs suggèrent que les premières fixations soient globales pour permettre de déceler les plages précises où faire un rapprochement (Mackworth et Morandi, 1967). En général, les parties les plus informatives sollicitent davantage le regard (Jones, 1988), de même que celles qui sont les plus riches de sens. Généralement, une personne commence à lire en

haut, à gauche, et survole le document de gauche à droite et de haut en bas (Tullis, 1988). Une règle qui fait l'unanimité est de placer les informations de façon constante d'un écran à l'autre (Granda et Teitelbaum, 1983). Autrement dit, qu'une légende soit placée en haut à gauche ou en bas à droite, il est important qu'elle se trouve toujours au même endroit d'un écran à l'autre.

En outre, le regroupement d'éléments similaires sur un écran augmente la lisibilité et renforce les relations entre les différents groupes d'éléments (Cakir, Hart et Stewart, 1980). On recommande également de disposer les éléments sous forme de tableaux verticaux plutôt que de tableaux horizontaux (Smith et Mosier, 1986). Généralement, le nombre d'éléments selon l'axe vertical ou horizontal devrait être de  $7 \pm 2$  conformément à la théorie sur la capacité de la mémoire à court terme.

### **Les métaphores**

Les caractéristiques des métaphores dans le domaine des interfaces sont analogues à leur définition dans le langage courant : une métaphore «consiste à employer un terme concret dans un contexte abstrait par substitution analogique, sans qu'il y ait d'élément introduisant formellement une comparaison» (*Nouveau Petit Robert*, 1995). Dans le domaine des interfaces, les métaphores permettent d'utiliser des modèles familiers de la vie courante pour aider à préciser des concepts plus abstraits (Érickson, 1995). Par exemple, la suite *Microsoft Office* utilise la métaphore du ciseau pour illustrer une partie à couper dans un texte, et la poubelle pour les documents à supprimer. On peut même retourner fouiller

dans la poubelle si l'on change d'idée. Le défi est de trouver des métaphores suffisamment explicites pour être comprises rapidement et sans efforts.

### **Guides et références**

Il existe plusieurs guides qui traitent du sujet : (Bilingsley, 1996; Nielsen, 1999; «W3C», 1999; Nielsen et Sano, 1994; Smith et Mosier, 1986). La plupart des auteurs recommandent de consulter la norme internationale ISO-9241 *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals*. Cette norme est également éditée en français sous le titre : *Exigences ergonomiques pour le travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV)*. Elle comprend dix-sept parties d'environ une vingtaine de pages chacune qui portent sur différents sujets (exigences relatives aux écrans de visualisation, lignes directrices concernant l'utilisabilité, présentation de l'information, etc.).

### **1.3 Les systèmes d'information grand public**

Les bornes interactives sont un exemple de systèmes d'information grand public. Elles sont généralement disposées dans les endroits publics et ont pour objectif de renseigner le public dans différents domaines (localisation, publicité, etc.), par exemple les bornes de localisation que nous trouvons fréquemment dans les centres commerciaux. L'utilisateur peut interroger le système sur un écran tactile pour l'aider à retrouver son chemin ou à se rendre à la destination désirée. Nous n'avons toutefois pas trouvé d'études sur la compréhension ou l'utilité de ces systèmes. Certaines personnes les trouvent

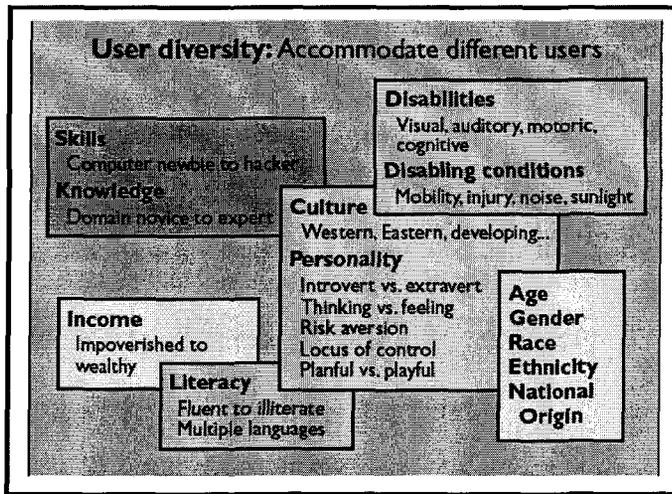
assurément utiles puisqu'ils sont assez souvent utilisés par le public, étant simples d'utilisation.

Il est facile en effet de naviguer dans les différents menus à l'aide de bornes interactives. Cependant, les centres commerciaux sont devenus tellement gigantesques qu'il faut presque une carte et une boussole pour pouvoir s'y retrouver. Dans ce contexte, la borne interactive semble plus ou moins utile parce que les parcours sont trop difficiles à comprendre et à retenir.

Les guichets automatiques représentent un autre système d'information grand public. Ils font maintenant partie de notre quotidien et leur utilité apparaît évidente, même si aucune étude n'a été publiée quant à leur facilité d'accès. Les banques sont d'ailleurs assez réticentes à dévoiler les erreurs susceptibles de survenir dans ce genre de systèmes. Sur la base du nombre de guichets qui se sont multipliés au cours des dernières années, il ressort que cette technologie est bien maîtrisée par la population en général. D'ailleurs, ils sont de plus en plus simples à utiliser et le fonctionnement semble facile à apprendre. À cet égard, ils sont plus simples à faire fonctionner que la plupart des appareils vidéo sur le marché. Il n'en demeure pas moins que plusieurs personnes mettent encore beaucoup de temps pour faire des transactions qui paraissent élémentaires. Il serait probablement approprié d'apporter des améliorations dans le but de les adapter davantage à chaque groupe de la population. Plusieurs chercheurs s'intéressent d'ailleurs à l'utilisabilité universelle (Shneiderman et Hochheiser, 2001; Riecken, 2000).

Par ailleurs, l'évolution des systèmes d'information au cours des cinquante dernières années a permis d'étendre l'accessibilité des systèmes d'information à une partie de plus en plus grande de la population. Selon Shneiderman et Hochheiser (2001), nous serions actuellement dans la quatrième transformation des systèmes d'information. La première transformation concernait le passage des langages machines vers des langages plus évolués. Cette transformation a permis à plus de gens d'écrire des programmes et d'étendre l'utilisation des systèmes à diverses catégories de spécialistes tels que les météorologistes, les chimistes, les ingénieurs ou les autres professionnels. La deuxième transformation s'est faite à partir des systèmes de commande comme DOS ou UNIX vers des interfaces graphiques telles que *Macintosh* et *Windows*. Elle a permis à des millions de personnes d'utiliser les nouvelles technologies. Par exemple, des étudiants pouvaient rédiger rapidement des *curriculum vitae* d'allure professionnelle. La troisième transformation est venue par le World Wide Web. Les moteurs de recherche autorisent l'accès rapide à des millions de documents. Il est également possible de faire des achats en ligne. Toutes ces transformations visaient à étendre l'utilisation des systèmes par un plus grand nombre de personnes. La quatrième transformation sera d'inclure tous ceux et celles qui n'utilisent pas les systèmes pour diverses raisons liées à un manque de scolarité, à un handicap physique, à un manque de confiance dans les systèmes, à un manque de ressources ou simplement parce qu'ils trouvent les systèmes encore trop compliqués.

**FIGURE 3 Quatrième transformation des systèmes d'information**



Source : Schneiderman (2000)

### L'utilisabilité universelle des systèmes d'information

La notion derrière l'utilisabilité universelle est qu'il n'existe pas d'utilisateur moyen : l'objectif à atteindre vise le plus grand nombre possible d'utilisateurs. Dans le domaine des systèmes d'information, il s'agit de rendre les systèmes utilisables par des personnes qui n'ont aucune connaissance des ordinateurs (Schneiderman, 2000).

En outre, le nombre de personnes âgées a triplé au cours des cinquante dernières années dans le monde et on prévoit qu'en 2020 les plus de 60 ans seront majoritaires (Meney, 2002). Plus la population vieillira, plus les gens développeront des handicaps comme la perte de la vision ou de l'ouïe (25 % à l'âge de 55 ans et 50 % à 65 ans). On pourrait donc améliorer les interfaces en grossissant les caractères ou prévoir d'autres sources d'information pour les personnes qui ont un problème de vision ou de l'ouïe, par exemple un signal sonore simultanément à un signal visuel («Gnome », 2001). À cet égard,

il existe des méthodes formelles pour aider à développer des systèmes efficaces et bien conçus.

## **1.4 Le cycle d'utilisabilité**

Nielsen (1992) propose un modèle pour la conception d'interfaces. Il s'agit du cycle d'utilisabilité (*Usability Engineering Life Cycle*), qui est appliqué de façon itérative. Même si certaines étapes semblent triviales, elles sont trop souvent négligées et c'est l'une des raisons pour lesquelles plusieurs systèmes d'information n'atteignent pas les objectifs fixés au départ. Le cycle comporte onze étapes.

### **1° Considérer le contexte**

En plus de s'assurer que les interfaces répondent aux besoins prévus des utilisateurs, il faut regarder le développement dans un contexte plus large. Un point important à ne pas négliger est que le système ne doit pas viser seulement les utilisateurs immédiats (par exemple, le grand public) puisqu'il sera utilisé également par ceux qui devront l'entretenir, l'alimenter en données ou voir au bon fonctionnement de ses diverses composantes. Par exemple, il faut analyser les effets du système sur l'organisation, sur les systèmes existants, et considérer les améliorations qui pourraient éventuellement être apportées dans le futur. Il apparaît donc important que le système soit suffisamment flexible pour qu'il puisse être modifié facilement.

## **2° Connaître l'utilisateur**

Avant de concevoir un système faut-il d'abord savoir à qui il s'adresse. Il faut ainsi commencer par se demander si le système sera utile (Lewis et Rieman, 1994). Il s'agit de recueillir de l'information sur la clientèle visée et d'évaluer si le système répondra à ses besoins. Il faut évaluer le profil des utilisateurs, analyser les tâches et les processus et proposer diverses options d'interfaces. La collecte d'informations peut prendre la forme d'entrevues, de sondages, d'observations directes, etc. Il est important de faire la distinction entre une bonne connaissance des utilisateurs et l'expression de leurs besoins. Dans un cycle classique, on demandera aux utilisateurs d'exprimer leurs besoins et l'on transcrira ces besoins en spécification du système. Dans un cycle d'utilisabilité, on tentera plutôt de connaître les besoins de l'utilisateur en observant et en évaluant les tâches et les processus. Selon Nielsen (1992), la raison de cette pratique est que les utilisateurs ne peuvent pas le plus souvent exprimer correctement leurs besoins.

## **3° Regarder ce qui se fait ailleurs**

Les produits qui existent sur le marché sont souvent les meilleurs prototypes qui peuvent être analysés. On peut en faire des analyses heuristiques en suivant les standards de design et mener des tests d'utilisabilité. Parfois, les tests d'utilisabilité sur des produits existants sont plus réalistes que les tests sur des prototypes. Il ne s'agit pas ici d'utiliser la propriété intellectuelle des concurrents, mais plutôt d'essayer d'obtenir de meilleurs résultats en analysant les forces et les faiblesses des autres produits sur le marché.

#### **4° Établir des objectifs d'utilisabilité**

Selon Nielsen (1992), les cinq plus importants objectifs d'utilisabilité sont :

- la facilité d'apprentissage ;
- l'efficacité d'utilisation lorsque le système aura été compris (ou appris) ;
- la facilité pour les utilisateurs occasionnels de comprendre rapidement le système sans devoir le réapprendre chaque fois ;
- la fréquence et la conséquence des erreurs ;
- la satisfaction des utilisateurs.

#### **5° Créer des design en collégialité avec un groupe cible d'utilisateurs**

Plutôt que d'essayer de deviner les besoins, il est souhaitable de regrouper quelques utilisateurs représentatifs qui pourront fournir des indices devant servir à la définition des interfaces. Souvent, les utilisateurs soulèvent des questions qui ont échappé à l'équipe de conception. Afin de présenter rapidement les interfaces aux utilisateurs, on préconise, dans les premières étapes du cycle de conception, de dessiner des maquettes. Certes, il est important de rencontrer des personnes qui sont représentatives des utilisateurs, pas uniquement les gestionnaires ou les spécialistes. Une autre règle d'or est de tester le système avec une seule personne à la fois, parce que les personnes en groupe agissent différemment. Par exemple, si le système est évalué en groupe, une personne peut trouver la solution à un problème à la place de toutes les autres. Lewis et Rieman (1994) proposent d'utiliser une méthode européenne qui consiste à faire de la conception participative, c'est-à-dire de concevoir le système avec un groupe d'utilisateurs. Cependant, dans les systèmes

d'information grand public, il est parfois difficile de trouver des volontaires pour participer aux diverses étapes de conception.

#### **6° Concevoir les interfaces en suivant des standards reconnus**

Au niveau de la conception des interfaces, il est recommandé de suivre des standards reconnus (Bilingsley, 1996). Ils sont utiles parce qu'ils regroupent les résultats des recherches dans le domaine, évitant ainsi aux concepteurs de réinventer la roue chaque fois (Smith et Mosier, 1986). On préconise également l'utilisation de symboles reconnus par le public qui permettent de progresser beaucoup plus rapidement dans la compréhension du système (Nielsen et Sano, 1994).

#### **7° Faire des analyses heuristiques**

Une évaluation heuristique permet de vérifier si les interfaces respectent les principes de conception reconnus. Il s'agit de parcourir les interfaces et de les comparer avec les standards ou les guides disponibles.

#### **8° Construire des prototypes**

Il est connu que les premiers prototypes n'apparaissent jamais satisfaisants. Il est donc conseillé de commencer tôt à faire des prototypes. Selon Boiling et Bichelmeyer (1998), en faisant collaborer rapidement des gens qui deviendront de futurs utilisateurs, les problèmes seront circonscrits plus vite et les solutions, plus vite trouvées. Il est préférable de chercher à améliorer le prototype de façon itérative plutôt que d'essayer de construire du

premier coup un prototype trop élaboré. Il est en effet beaucoup plus économique de modifier ou même d'abandonner un prototype que de refaire complètement un système achevé. À noter que les premiers prototypes peuvent n'être que de simples maquettes papier.

### **9° Faire des tests empiriques**

Une des meilleures méthodes pour vérifier la qualité des interfaces est tout simplement de les tester. Il s'agit de faire des tests au fur et à mesure que les interfaces sont définies ou améliorées. Selon Aubin (1997), il suffit de faire des tests avec quelques utilisateurs – trois à cinq – pour détecter la majorité des problèmes liés à l'utilisabilité des interfaces. Il faut également faire des choix parce que, lorsqu'on essaie de solutionner un problème, on rend parfois l'interface moins efficace. Il s'agit donc de comparer les diverses solutions et de choisir celles qui semblent les mieux adaptées aux utilisateurs.

### **10° Corriger le design par des itérations successives**

Comme il est pratiquement impossible de concevoir un design parfait au premier essai, il faut le corriger grâce à des itérations successives.

### **11° Recueillir la rétroaction des utilisateurs**

Il apparaît également important de faire appel à d'autres utilisateurs tout au long de la conception. Les personnes qui ont participé au design initial en viennent parfois à trop bien connaître le système et elles ne sont plus alors représentatives de l'utilisateur moyen.

## **1.5 Les systèmes intelligents de transport**

Nous connaissons tous l'importance des systèmes de transport pour le développement économique et le bien-être de la population. Il suffit d'une brève interruption pour que la situation devienne rapidement insoutenable.

Par ailleurs, l'accroissement des activités humaines et la mondialisation entraînent une augmentation des déplacements. Ces activités engendrent des pressions de plus en plus grandes sur le réseau routier et celui-ci a déjà dépassé les niveaux de service tolérables à plusieurs endroits dans le monde, en particulier dans les grands centres urbains. La construction de nouvelles routes ou infrastructures routières n'est pas toujours la solution aux problèmes liés à la gestion des déplacements. Généralement, la densité du réseau routier et l'espace disponible ne permettent plus d'ajouter de nouvelles infrastructures. Ces infrastructures sont également très coûteuses et, lorsqu'on ajoute de nouveaux axes, il faut prévoir des coûts récurrents annuels élevés d'entretien et d'exploitation. Il apparaît donc essentiel de se tourner vers d'autres types de solutions pour réduire la pression sur le réseau.

L'évolution des technologies informatiques, de la gestion de l'information et des communications procure de nouveaux outils qui peuvent contribuer à améliorer la gestion des transports à travers le monde. Ces outils ont fait émerger une nouvelle discipline : les systèmes intelligents de transport (SIT). Ces systèmes ont commencé à se développer surtout vers la fin des années 1980 et au début des années 1990. En 1991, l'Association

mondiale de la route (AIPCR, 1998) a mis en place un groupe de travail afin d'examiner les applications liées aux SIT dans le domaine du transport de surface. Ce groupe a remis un rapport en 1995, recommandant la constitution d'un comité permanent sur les SIT, lequel a conduit à la formation du Comité du transport intelligent formé de représentants de toutes les parties du monde (Chen et Miles, 2000).

### **Définition des systèmes intelligents de transport**

La définition utilisée par l'Association mondiale de la route est très large. Selon elle, les SIT sont des systèmes de transport qui utilisent les technologies de l'information, des communications et de la régulation afin de mieux exploiter les réseaux de transport. Ces systèmes sont développés en fonction de trois grandes caractéristiques, soit l'information, la communication et l'intégration. L'acquisition des données, le traitement des données, l'intégration et la diffusion de l'information constituent la base des SIT. Qu'il s'agisse d'information en temps réel concernant les conditions de la circulation ou d'information pour la planification d'un déplacement, les SIT visent à aider les exploitants et les utilisateurs du réseau à prendre des décisions plus intelligentes qui s'appuient sur une information adéquate (Chen et Miles, 2000). Il faut noter ici que l'expression système intelligent de transport peut soulever une certaine confusion puisqu'on pourrait s'attendre à ce que le système se comporte toujours de façon «intelligente» en proposant, par exemple, diverses options pour la planification des déplacements.

Dans les prochains chapitres, le système d'information sur l'état des routes du ministère des Transports du Québec (MTQ) sera analysé. Ce système renferme des informations sur les conditions routières hivernales et il s'agit de rendre l'information disponible en temps réel. La décision de poursuivre ou de reporter le déplacement revient à l'utilisateur de la route, en fonction de sa compréhension de l'information mise à sa disposition. La définition des SIT semble englober ce genre de système, même s'il ressemble davantage à un système d'information grand public qu'à un véritable système d'information intelligent.

Les pays qui développent des SIT se sont entendus pour offrir différents services aux utilisateurs. Les utilisateurs comprennent les exploitants des réseaux routiers, les fournisseurs de services de transport, les voyageurs et les propriétaires de flottes de véhicules. Parmi ces services aux utilisateurs, on trouve les services relatifs à l'information sur les conditions routières.

Par ailleurs, ces services doivent être harmonisés entre eux pour en retirer les bénéfices escomptés. Par exemple, le respect et le contrôle des règles de circulation peuvent être facilités par l'implantation de SIT, mais ils doivent également être intégrés à un programme plus vaste qui peut comprendre de nouveaux patrouilleurs routiers, des campagnes de sensibilisation, des contrôles de sécurité supplémentaires sur les véhicules ou l'inspection automatisée des véhicules.

En outre, pour atteindre leurs objectifs, les SIT doivent respecter les cinq étapes suivantes afin de relier les systèmes de transport et les utilisateurs :

- l'acquisition des données,
- le traitement des données,
- la communication des données,
- la diffusion de l'information,
- l'utilisation de l'information.

Bref, l'objectif des SIT est de fournir des outils aux exploitants des réseaux et aux usagers. Ces outils visent à aider les exploitants à mieux coordonner les opérations sur le réseau (surveillance du réseau, entretien, interventions, etc.) et aux usagers à prendre de meilleures décisions quant à leurs déplacements. Les SIT visent notamment à réduire les accidents de la circulation et à sauver des vies, à réduire les temps de transport et les embouteillages, à réduire les effets de la pollution engendrée par les véhicules, à accroître la productivité économique et à améliorer la qualité de vie.

## **CHAPITRE 2**

### **LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GRAND PUBLIC SUIVANT LES RÈGLES D'UTILISABILITÉ**

Le cœur de la présente recherche est l'utilisabilité des systèmes d'information destinés à la population en général. Même si l'approche retenue comporte une grande similitude avec celle préconisée par Nielsen (1992), celle-ci ne se limite pas à l'étude des interfaces du système. La méthode est bonifiée par la mise au point d'une grille d'analyse qui permettra de justifier le choix d'une solution. La méthode utilisée comporte six étapes et elle vise à faire évoluer ensemble les aspects du cycle d'utilisabilité tout au long du processus. Tous les critères préconisés par Nielsen sont inclus dans les six étapes de la méthode. Ils sont cependant regroupés dans les principales étapes parce qu'ils ne peuvent pas se réaliser consécutivement les uns à la suite des autres dans le contexte de cette recherche. Cette approche a été retenue puisqu'il s'agit d'un processus itératif qui permet de valider graduellement chacune des étapes et d'apporter les corrections appropriées en cours de route.

Les deux premières étapes permettent d'étudier le contexte, de connaître l'organisation, d'analyser les tâches, d'identifier l'utilisateur, la clientèle, ainsi que d'établir

l'utilité du système d'information. La troisième étape circonscrit le concept global du système, la quatrième porte sur la conception des écrans, la cinquième sur le développement d'un prototype fonctionnel et la sixième sur l'implantation du système.

La méthode s'inspire également de celle de Gould qui recommande de focaliser sur l'utilisateur, de prendre des mesures empiriques et de faire une conception itérative (Gould, 1995). Nous avons en outre tenu compte des principes et techniques recommandés dans le cours Interaction personne/système (Aubin, 1997). En suivant ces règles, les experts comme Nielsen, Gould et Aubin prétendent que les concepteurs de systèmes d'information augmentent leurs chances de succès.

Avant de passer à l'analyse détaillée de chaque étape, il faut préciser ici le contexte de la recherche qui permet de comprendre le cheminement des activités visant à trouver une solution liée au domaine des transports. Il s'agit en fait de concevoir un système d'information grand public qui diffusera des informations sur les conditions routières hivernales. Ces informations doivent être suffisamment explicites pour être comprises par la population en général. Ce système d'information touche un traversier brise-glace, tout à fait désigné pour offrir ce type de services. L'approche méthodologique permettra de vérifier la faisabilité technique du système, de choisir l'option qui apparaît la meilleure et de suivre les étapes nécessaires pour son implantation.

Le but de la recherche n'est toutefois pas d'installer un système d'information sur un traversier, mais plutôt de définir plus généralement un système d'information grand public qui peut s'appliquer aux transports. Enfin, de façon hypothétique, c'est le ministère des Transports du Québec qui agit ici comme maître d'œuvre.

**TABLEAU 1**

<b>ÉTAPES MÉTHOLOGIQUES</b>	
<b>ÉTAPE 1 - Analyse de l'organisation, des tâches et des processus</b>	
Il s'agit de faire une analyse de l'organisation. Cette analyse porte sur le modèle de l'entreprise ou l'organisme, sur les ressources disponibles, les contraintes physiques ou financières, les informations et données disponibles, etc.	
<b>ÉTAPE 2 - Connaître l'utilisateur, la clientèle, les sources d'information et l'utilité du projet</b>	
Il s'agit de définir de façon plus précise à qui s'adresse le système d'information et de voir son utilité.	
<b>ÉTAPE 3 - Conception globale du système</b>	
On établit différents critères qui permettront de définir la meilleure option. Ces critères sont déterminés en fonction du contexte de l'organisation. Ils peuvent toucher les ressources humaines, matérielles, financières, les effets sur les systèmes existants, la fiabilité des données, etc. On élabore par la suite différents scénarios. Les techniques pour favoriser l'émergence de nouvelles idées peuvent être des remue-méninges, des sondages d'opinions, des discussions, des associations d'idées, de la veille technologique, de regarder ce qui se fait ailleurs, etc. On cote chaque scénario à l'aide de la grille de notes établie précédemment. On compare chaque scénario et l'on retient celui qui obtient la meilleure note.	
<b>ÉTAPE 4 - Conception des écrans</b>	
Il s'agit de définir les écrans en suivant la méthode itérative de développement incrémentiel. On cherche à respecter chacune des étapes du cycle d'utilisabilité de Nielsen. On définit des critères d'utilisabilité tels que la simplicité du système, les effets sur l'organisation, la flexibilité ou d'autres critères en fonction de nos besoins. On fait des essais avec des prototypes et des logiciels graphiques. On vérifie les écrans en suivant des standards reconnus et en les testant auprès d'utilisateurs représentatifs.	
<b>ÉTAPE 5 - Élaboration d'un prototype fonctionnel</b>	
On élabore un prototype fonctionnel en effectuant les validations appropriées.	
<b>ÉTAPE 6 - Implantation du système</b>	
On implante le système et on recueille la rétroaction des utilisateurs. On continue d'améliorer le système.	

## **2.1 L'analyse de l'organisation, des tâches et des processus**

Avant d'imaginer diverses options, il est important d'analyser l'organisation interne de l'organisme. Il faut connaître son fonctionnement, sa structure, les ressources disponibles, les contraintes physiques ou financières, les données disponibles, la fiabilité des données, etc. Cette analyse permettra de connaître ses forces et ses faiblesses et de juger ainsi de la faisabilité des options envisagées.

L'analyse se déroule avec des personnes qui connaissent le fonctionnement de l'organisme. Il s'agit également d'observer les personnes dans leurs tâches quotidiennes, de consulter les documents administratifs de l'organisme et d'utiliser les moyens pour obtenir tous les renseignements utiles.

Nous avons ainsi effectué cette analyse au ministère des Transports du Québec auprès de personnes qui travaillent à l'entretien du réseau routier, dans le secteur administratif et dans celui des systèmes informationnels. Nous avons également analysé les tâches des personnes qui alimentent les systèmes d'information du ministère ou qui recueillent les données sur le réseau routier. Nous avons en outre consulté les documents administratifs du ministère (devis contractuels d'entretien d'hiver, rapports annuels, guides administratifs, organigrammes, rapports, etc.).

## **2.2 La connaissance de l'utilisateur, de la clientèle, des sources d'information et de l'utilité du système**

On ne peut pas développer un système sans, au préalable, préciser un certain nombre d'orientations. Si l'on connaît mal dès le départ l'utilité du système, il est fort probable que nous ne la connaîtrons pas davantage après les travaux (Lewis et Rieman, 1994). Nous risquons alors de travailler inutilement à un projet vide de sens. Il apparaît donc indispensable de préciser à qui s'adresse le système d'information. Ce faisant, il est possible de découvrir d'autres usages en cours de route.

Il s'agit donc à cette étape de circonscrire l'usage du système d'information, son utilité, la clientèle visée, et de savoir si un tel système existe.

Pour ce faire, nous avons visité les lieux où pourrait être installé le système, utilisé les résultats d'un sondage, effectué des entrevues avec des personnes qui interagissent avec la clientèle et analysé les diverses sources d'information.

### **Visites des lieux**

Nous avons visité un centre de renseignements sur les conditions routières du ministère, puis le traversier en compagnie des officiers du navire. De plus, nous avons utilisé le traversier à plusieurs reprises afin d'observer la clientèle. Par exemple, durant les traversées, des camionneurs communiquaient par téléphone cellulaire avec d'autres

camionneurs qui circulaient sur les routes dans le but de se renseigner sur les conditions routières.

### **Sondage**

Pour évaluer les attentes des usagers, nous avons utilisé les résultats d'un sondage Léger & Léger Recherche et Stratégie Marketing (1998). Ce sondage visait à évaluer les perceptions face aux sources d'information concernant les travaux routiers dans la région de Montréal, à savoir le type d'information qui était apprécié par la population. Il cherchait également à vérifier la notoriété et la connaissance des formes actuelles d'information, à déterminer les formes de présentation appréciées et attendues, ainsi que les modes de diffusion appréciés et attendus.

Dans ce sondage :

- Trois groupes de discussion ont eu lieu, deux auprès des francophones et un auprès des anglophones.
- Les sondés étaient des citoyens canadiens qui habitaient la région de Montréal depuis au moins un an et qui empruntaient régulièrement les voies rapides de la grande région de Montréal.
- Les sondés étaient âgés de plus de 25 ans, avaient des revenus supérieurs à 20 000 \$ et avaient au moins une scolarité secondaire. Les groupes de discussion, d'une durée de

deux heures chacun, se sont déroulés dans les bureaux de Léger & léger à Montréal les 23 septembre et 21 octobre 1998, à 18 h et 20 h. Au total, seize sondés francophones et huit sondés anglophones y ont participé. Ce sondage a permis de constater qu'une préoccupation importante des usagers visait la fiabilité des données.

### **Entrevues**

Pour mieux définir les besoins des usagers, nous avons effectué une entrevue avec un préposé aux renseignements du ministère des Transports, qui possède une vingtaine d'années d'expérience. L'entrevue, d'une durée d'environ deux heures, s'est déroulée au centre d'état des routes de Baie-Comeau. Elle a pris la forme d'une discussion concernant les demandes de renseignements usuels sur les conditions routières. Une demande fréquente concerne les prévisions des conditions routières : vont-elles se détériorer ou s'améliorer en fonction d'une destination donnée. D'autres entrevues, plus informelles celles-là, ont permis de valider certaines informations touchant les activités du ministère.

### **Sources d'information (données)**

Nous avons précisé la provenance des données et analysé la façon dont elles sont recueillies sur le réseau grâce à des entrevues avec les personnes responsables de l'entretien du réseau routier et à l'aide de documents administratifs du ministère.

Par ailleurs, même si la recherche porte d'abord sur l'utilisabilité et l'ergonomie des systèmes d'information, nous avons également englobé la gestion des systèmes intelligents

de transport (SIT). Nous voulions ainsi vérifier l'utilité de ces systèmes et comprendre le processus pour traduire des données brutes en information utile pour le grand public. Les SIT comprennent une série d'étapes nécessaires pour transmettre aux usagers une information relative aux systèmes de transport. Ces étapes comprennent l'acquisition des données, le traitement de ces données, la communication des données, la diffusion de l'information et l'utilisation de l'information (Chen et Miles, 2000).

### **Acquisition des données**

Les données dont il est question ici proviennent du système d'information routière du ministère des Transports. Il s'agit d'une base de données qui découpe le territoire du Québec en tronçons et qui contient des renseignements quant aux conditions routières observées sur le réseau routier. Ces renseignements sont fournis par des patrouilleurs qui circulent sur le réseau routier, qui observent les conditions routières selon des critères prédéfinis puis transmettent l'information au centre régional du ministère des Transports. Des préposés saisissent l'information dans un système informatique, qui est par la suite diffusée aux médias et sur le réseau Internet.

Les autres données concernent les conditions météorologiques et la température. Elles sont fournies par Environnement Canada et elles proviennent des stations météorologiques réparties sur le territoire.

### **Traitement des données**

Il s'agit ici de sélectionner les données qui concernent les territoires couverts par la recherche, soit ceux de la Gaspésie, du Bas-Saint-Laurent et de la Côte-Nord qui représentent environ 5 000 kilomètres de routes répartis sur une soixantaine de tronçons.

### **Communication des données**

Quatre modes différents de transmission des données ont été analysés afin de minimiser les temps de transfert, de réduire les risques de perte de données et de minimiser les coûts récurrents de transmission. Celles-ci seront décrites au chapitre suivant.

Un autre aspect à considérer est de tenter d'automatiser l'ensemble du processus afin qu'il puisse s'exécuter sans intervention humaine. Nous avons ainsi développé des programmes qui s'exécutent de façon automatique à des heures prédéterminées.

### **Diffusion de l'information**

Diffuser l'information consiste à traduire des données brutes sous forme d'information utile au public. Il s'agit de traduire les codes selon des images et selon une séquence prédéterminée. À ce sujet, plusieurs itérations ont été nécessaires afin de trouver une façon qui se rapproche le plus possible du langage familier.

### **2.3 La conception globale du système**

La venue d'un nouveau système d'information risque d'avoir des répercussions sur l'organisme qui l'introduit. Il s'avère donc important de les évaluer en fonction de chaque scénario. Pour être en mesure de comparer chaque scénario, une grille d'analyse s'impose.

Il s'agit d'établir différents critères auxquels l'on accorde des pondérations et qui seront évalués en fonction du contexte organisationnel. Ces critères prennent en considération les ressources humaines, matérielles et financières. Il s'agit également de pondérer les critères relatifs aux données (accessibilité, fiabilité, etc.). D'autres critères peuvent être considérés en fonction du contexte. Il reste par la suite à définir divers scénarios, à les comparer et à retenir celui qui semble le meilleur en fonction de ces critères.

À noter qu'il est parfois difficile de pondérer tous les critères de façon précise. Par exemple, il est évident qu'un critère sur la formation aura une signification différente pour une entreprise privée de 5 employés comparativement à une entreprise publique de 10 000 employés. Dans d'autres cas, le critère de l'échéancier de réalisation peut s'avérer plus important et il faut alors établir la pondération en conséquence. Il ressort donc qu'il faille pondérer chaque critère de façon réaliste.

Les méthodes pour favoriser l'émergence de nouvelles idées peuvent prendre la forme de remue-méninges, de sondages d'opinions, de discussions, d'associations d'idées, de veille technologique, etc.

Dans la présente recherche, chaque critère est pondéré en fonction du contexte organisationnel du ministère des Transports et des bénéfices escomptés pour les usagers. Chaque critère est établi selon l'importance relative qui lui est attribuée. La note maximale est de 300 points, répartis entre cinq grandes classes (les ressources humaines, les matérielles, les financières, les données et d'autres critères).

Ainsi, 90 points sont accordés aux ressources humaines. Les personnes qui saisissent les données dans le système d'information des conditions routières travaillent aussi à l'entretien du réseau. Ce sont généralement des travailleurs manuels qui ont des connaissances limitées des systèmes d'information. L'implantation d'un nouveau système risque donc d'entraîner une résistance au changement qui pourrait même compromettre sa mise en place. L'entretien du système doit également être pondéré parce qu'il peut entraîner des coûts récurrents élevés pour le ministère. Il faut déterminer qui sera chargé de l'entretien du système et quelles seront les mesures à prendre en cas de panne. Les ressources humaines représentent donc ici un facteur critique pour le succès du projet.

Par ailleurs, 60 points reviennent aux ressources matérielles parce que le ministère des Transports compte plus de 4 700 employés confrontés à plusieurs systèmes

d'information. Ces systèmes sont souvent complexes et enchevêtrés. Si le nouveau système ne s'harmonise pas avec les systèmes existants, il y a risque de créer des problèmes supplémentaires.

Quant aux ressources financières, elles comptent 50 points notamment parce qu'il est normal, dans le cadre d'une gestion rationnelle des ressources, de considérer les coûts récurrents à long terme. Même si une option semble alléchante à première vue, il ne faut pas négliger les coûts cachés qui devront être assumés chaque année. Par exemple, il faut penser aux coûts d'acquisition des nouvelles versions de programmes, au paiement des licences, aux coûts d'acquisition des données, aux coûts de transmission des données, aux frais de service et d'entretien, etc.

De même, 50 points sont attribués au critère touchant les données parce que la provenance et l'accessibilité des données constituent un élément incontournable dans l'implantation d'un système. Si les données sont difficilement accessibles, le système risque d'être inutilisable. La transformation des données peut également comporter des opérations complexes comme la recherche et le traitement d'informations dans plusieurs bases de données. Toutes ces opérations peuvent se répercuter sur la faisabilité technique et les coûts du projet.

Enfin, 50 points sont attribués à l'ensemble d'autres critères. Parmi ces critères on trouve les délais d'implantation - des délais trop longs risquent de remettre en cause le

projet -, les contraintes budgétaires, les changements d'orientations stratégiques et les décisions politiques. Quant aux bénéfices escomptés, ils sont estimés sous l'angle des nouveaux services offerts, de l'amélioration de la sécurité et du développement d'une expertise.

### **Élaboration de divers scénarios**

À l'aide de la grille d'analyse, on peut dès lors définir divers scénarios. Trois scénarios ont ainsi été définis pour le concept global du système d'information. Deux scénarios sont issus d'une séance de remue-méninges. Quant au troisième, il est le fruit d'une réflexion personnelle. D'autres scénarios ont également été envisagés, puis rejetés notamment pour des raisons d'ordre technique (p. ex., lien Internet inaccessible sur le traversier).

La séance de remue-méninges regroupait huit personnes, soit cinq femmes et trois hommes dont la moyenne d'âge était d'environ 35 ans.

## **2.4 La conception des écrans**

Il s'agit à cette étape d'appliquer le concept retenu à l'étape précédente, en suivant la méthode itérative du développement incrémentiel. Il s'agit en fait de déterminer les objectifs d'utilisabilité puis de construire un prototype des écrans sur papier, suivi d'un prototype sur écran en utilisant des logiciels graphiques.

TABLEAU 2

<b>GRILLE D'ANALYSE</b>	
	<b>Maximum</b>
<b>RESSOURCES HUMAINES (90 points)</b>	
Si les ressources ne sont pas disponibles, il faudra en trouver à l'extérieur et les former. Plus il y aura des ressources, plus le projet risque d'être complexe à mener à terme.	
▪ Disponibilité des ressources (disponibles sur place = 15 points)	15
▪ Résistance face au changement (nulle = 20 points)	20
▪ Formation (formation non requise = 15 points)	15
▪ Risques d'erreurs (aucun = 20 points)	20
▪ Entretien du système (entretien minime = 20 points)	20
<b>RESSOURCES MATÉRIELLES (60 points)</b>	
▪ Disponibilité des ressources matérielles	25
Répercussions sur les systèmes existants et sur l'environnement de l'entreprise. Des répercussions importantes peuvent impliquer la modification des processus, de l'équipement, des logiciels, des ressources humaines, de l'entretien dans les autres systèmes. (aucune répercussion = 35 points)	35
<b>RESSOURCES FINANCIÈRES (50 points)</b>	
▪ Importance des coûts dans le contexte organisationnel (faibles = 20 points)	20
▪ Importance des coûts récurrents annuels (nuls = 30 points)	30
<b>DONNÉES (50 points)</b>	
▪ Provenance des données (si l'on utilise les données disponibles = 10 points)	10
▪ Transformation des données (traitements simples = 10 points)	10
▪ Fiabilité des données (très fiables = 20 points)	20
▪ Transfert et circulation des données (aucune difficulté = 10 points)	10
<b>AUTRES CRITÈRES (50 points)</b>	
▪ Délais d'implantation 6 mois ou moins = 15 points 6 mois à 1 an = 10 points, 1 an à 2 ans = 5 points, plus de 2 ans = 0 point	15
▪ Bénéfices escomptés Bénéfices en matière de compréhension des informations par les utilisateurs, utilité du service et facilité d'utilisation. Coûts/bénéfices.	35
<b>TOTAL</b>	<b>300 points</b>

### **Détermination des objectifs d'utilisabilité**

La simplicité du système constitue la règle la plus importante à considérer ici. Tous les efforts convergent vers la conception d'un système d'information explicite et simple à comprendre par les utilisateurs.

Par ailleurs, le scénario retenu traduit la préoccupation de diminuer les répercussions sur le ministère, compte tenu de leur importance. En ce qui a trait à la personnalisation, il apparaît difficile, sinon impossible de personnaliser le système en fonction de chaque utilisateur. Nous avons toutefois cherché des façons de modifier les présentations selon le type de clientèle, soit de faire varier la présentation en fonction des destinations du navire et des régions visées.

En ce qui concerne l'objectif de flexibilité, nous avons cherché des façons de réutiliser les écrans, c'est-à-dire d'utiliser les mêmes fonds d'écrans pour d'autres applications connexes.

### **Prototype des écrans sur papier**

Des maquettes ont été dessinées au début du processus. Les informations de base ont été tirées des normes de signalisation routière, des cartes routières, des normes du ministère de l'Environnement du Canada relativement aux conditions météorologiques, ainsi que de diverses informations émanant des municipalités et d'organismes.

Pour déterminer les attentes de la clientèle, un groupe d'utilisateurs a été formé dans le cadre d'une séance de remue-méninges. Nous avons également fait une entrevue avec un préposé aux renseignements. Des groupes de discussion ont en outre été organisés pour obtenir l'avis des personnes concernant les écrans sur papier.

Le remue-méninges devait aborder les questions suivantes :

- Quelles sont les informations que l'utilisateur aimerait connaître ?
- Comment peut-on organiser cette information ?
- Comment doit-on la présenter à l'écran ?

Pour comparer avec ce qui se fait ailleurs, nous avons consulté les sites Internet au Canada, aux États-Unis et en Europe. La plupart des sites présentent l'information sous forme de cartes avec un code de couleurs ou sous forme de textes et de tableaux. Nous avons également consulté les recueils des communications du Congrès mondial de la route sur la viabilité hivernale de 1998 (AIPCR, 1998). Nous avons assisté au congrès de l'Association québécoise du transport et des routes qui s'est tenu à Montréal en 1999 (AQTR, 1999). On y traitait notamment de la collecte de l'information routière hivernale aux États-Unis.

### **Prototype des écrans avec des logiciels graphiques**

Pour construire des prototypes sur écran, nous avons utilisé principalement *Director* de la compagnie Macromédia, *MapInfo* pour dessiner les cartes régionales, *PowerPoint*

pour simuler le défilement des écrans, ainsi que *Photoshop* et *Illustrator* pour les symboles et les écrans.

Nous avons également vérifié les normes de présentation de la station spécialisée LCN du groupe Quebecor média. Dans ce dernier cas, un enregistrement vidéo a été réalisé afin de mesurer la longueur des textes, la grosseur des caractères et les couleurs. Ces mesures avaient pour but de comparer les standards généralement utilisés dans le domaine de la télévision avec les normes de présentation visuelles recommandées dans les publications consultées. Nous avons constaté que les standards de cette chaîne de télévision respectaient les normes ergonomiques en matière de largeur des lignes de textes (55 caractères par ligne). Nous avons également retenu le concept du bandeau dans le bas de l'écran, qui est utilisé par la plupart des stations de nouvelles spécialisées (CNN, LCN, etc.).

### **Itérations**

Plusieurs dizaines d'itérations ont été effectuées dans le cadre de groupes de discussion, d'essais ou de validations. Les personnes donnaient leurs impressions sur la présentation des écrans et les améliorations souhaitables. Les personnes du groupe de discussion, composé généralement de trois ou quatre personnes, n'étaient pas toujours les mêmes. Ces rencontres se sont échelonnées pendant plus de 24 mois. D'autres étapes de validation se sont déroulées au besoin en fonction de l'avancement de la recherche. Ces

étapes ont pris la forme d'entrevues, de discussions et de commentaires recueillis auprès de personnes à l'extérieur du domaine.

Des évaluations heuristiques, des tests empiriques et des itérations ont aussi été effectués. Il s'agissait de vérifier la validité des données et de voir si les écrans répondaient aux objectifs visés.

Estimation du nombre d'itérations effectuées :

Symboles : 15

Écrans : 40

Animation, minutage, présentation : 60

## **2.5 Élaboration d'un prototype fonctionnel**

Une fois les écrans papier vérifiés et validés, il s'agissait de réaliser un prototype fonctionnel. Il devait se rapprocher le plus près possible de la réalité en utilisant des données réelles. Il fallait également tester et valider l'ensemble des fonctions du prototype.

Un prototype fonctionnel avec des données réelles a ainsi été réalisé avec le logiciel *Director*, version 8.5, installé sur un ordinateur Pentium III, sous un système d'exploitation Windows NT version 4.0. Le prototype était réservé exclusivement pour la validation du système d'information.

Il a été branché sur le réseau du ministère et il prélevait les données en temps réel fournies par les systèmes du ministère et d'Environnement Canada. Des programmes ont en outre été préparés afin de pouvoir récupérer les données de façon automatique toutes les 30 minutes, ce qui est raisonnable compte tenu que les conditions ne changent pas instantanément.

Par la suite, les informations affichées à l'écran étaient comparées avec les données lues. Un formulaire de validation servait à noter les problèmes constatés par rapport à ce qui aurait dû être affiché à l'écran. Des vérifications ont servi également à comparer les données avec celles diffusées sur les sites Internet d'Environnement Canada et du ministère des Transports. Les tests de validation se sont échelonnés sur une période de six mois.

## **2.6 Implantation du système**

Une fois tous les tests complétés, il s'agissait d'implanter le système d'information et de procéder à de nouveaux tests. Puisqu'un système d'information est évolutif, il est toujours possible de l'améliorer, notamment à partir de la rétroaction des utilisateurs.

Quoique le système n'a pas été implanté sur le traversier, il a cependant été testé avec des données en temps réel sur le réseau du ministère et vérifié auprès d'utilisateurs types.

## **CHAPITRE 3**

### **UN SYSTÈME D'INFORMATION GRAND PUBLIC SUR LES CONDITIONS ROUTIÈRES**

Le développement du système d'information grand public sur les conditions routières s'est fait de façon graduelle, conformément à la méthodologie décrite précédemment.

#### **3.1 L'analyse de l'organisation, des tâches et des processus**

La première étape consiste à examiner le contexte dans lequel sera implanté le système et à vérifier ses répercussions sur le ministère des Transports. Cette étape permettra de circonscrire le fonctionnement du ministère, ses ressources, les systèmes d'information existants, les processus de collecte des données, la diffusion de l'information, etc.

Le ministère des Transports relève du gouvernement du Québec. Son budget annuel est de quelque 1,5 milliard de dollars et le réseau routier sous sa responsabilité s'étend sur environ 30 000 kilomètres (Ministère des Transports, 2000). Il emploie plus de 4 700 personnes qui se répartissent entre des directions centrales situées principalement à

Québec et quatorze directions territoriales qui couvrent l'ensemble du territoire. Plus de 70 % de l'effectif travaille au sein des directions territoriales.

Quatre autres organismes relèvent du ministre des Transports, incluant la Société des traversiers du Québec. Cette société d'État, qui compte près de 400 employés, gère une dizaine de navires, dont le traversier Camille-Marcoux qui relie quotidiennement la Côte-Nord et la Gaspésie. C'est sur ce traversier d'une capacité de 600 passagers que nous désirons installer le nouveau système d'information sur les conditions routières.

La mission du ministère est d'assurer la circulation des personnes et des marchandises par le développement, l'aménagement et l'exploitation d'infrastructures et de systèmes de transport intégrés, fiables et sécuritaires, contribuant au développement économique et social du Québec et de ses régions.

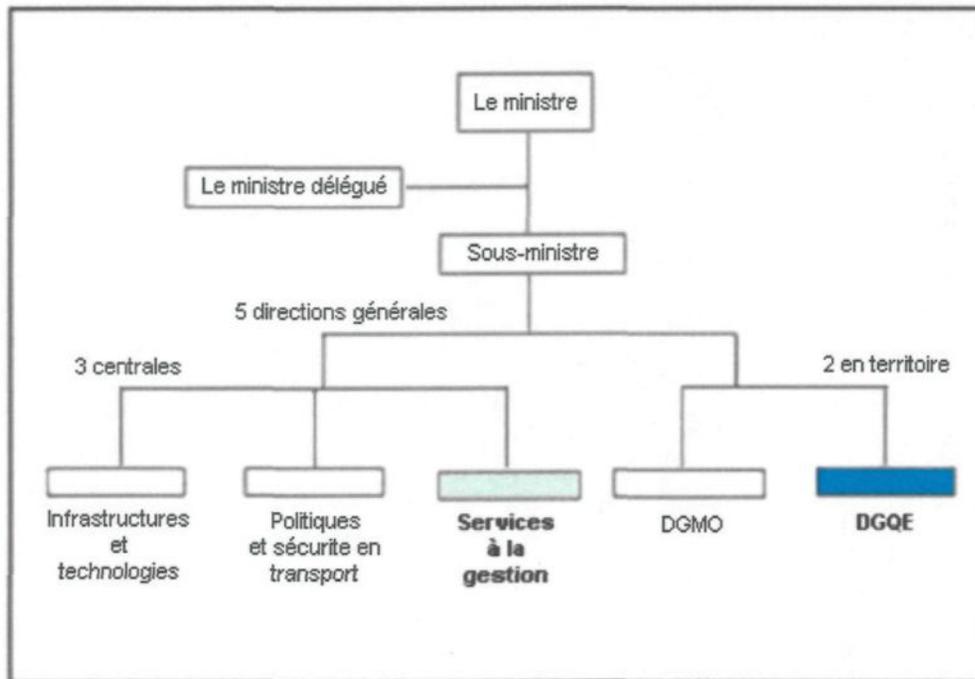
Les activités du ministère touchent notamment l'entretien, la conservation, l'amélioration et le développement du réseau et des systèmes de transport. Les opérations sont cycliques et elles varient en fonction des saisons. Durant l'été, il effectue les travaux de construction, de conservation et d'amélioration sur le réseau, de même que l'entretien des glissières de sécurité, des panneaux de signalisation, des lignes de démarcation routières, des fossés, l'asphaltage et le rapiéçage des routes. L'hiver, les activités d'entretien sont surtout concentrées sur le déneigement et le déglacage du réseau routier. En 1999-2000, le ministère a octroyé 365 contrats de déneigement estimés à près de

50 millions de dollars. Ainsi, 75 % des travaux d'entretien d'hiver sont à forfait. Le reste est effectué en régie par des employés du ministère. Les raisons de cette pratique visent à lui permettre de conserver son expertise en matière d'entretien hivernal, de mieux contrôler les prix et de pouvoir intervenir rapidement sur le réseau en cas d'urgence. Les contrats sont variables, mais on essaie de limiter chacun au déneigement d'environ 60 kilomètres. Cette distance peut toutefois atteindre ou dépasser 100 kilomètres dans certaines régions isolées. Le ministère prend également des ententes avec quelques municipalités pour le déneigement de certains tronçons de route situés à l'intérieur des limites municipales. Ces ententes s'appliquent habituellement à des tronçons de quelques kilomètres.

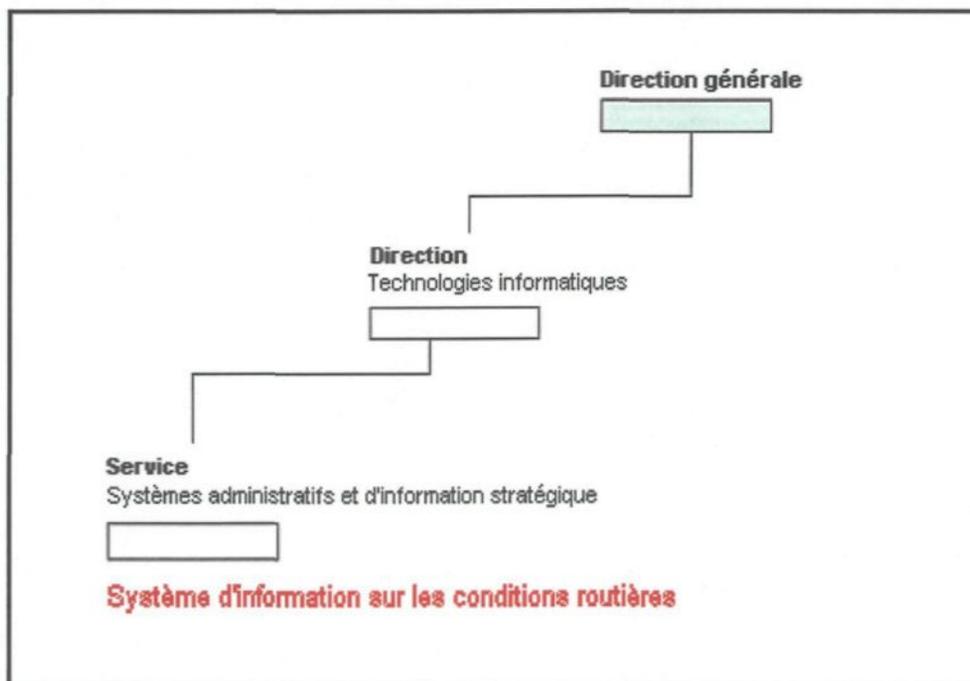
La procédure pour réaliser les travaux à forfait consiste à faire préparer des devis d'entretien d'hiver par des ingénieurs et des techniciens. Ces devis spécifient les obligations des entrepreneurs qui doivent notamment fournir la machinerie, les matériaux et les autres ressources nécessaires pour effectuer adéquatement le déneigement et le déglacage. Ces contrats répondent à des appels d'offres publics et ils sont généralement octroyés au plus bas soumissionnaire.

La structure administrative comprend cinq directions générales, soit trois directions générales centrales et deux directions générales en territoire. Deux directions générales participent au projet : la Direction générale des services à la gestion (centrale) et la Direction générale de Québec et de l'est (territoire).

**FIGURE 4 Structure administrative du ministère des Transports**



**FIGURE 5 Direction générale des services à la gestion**

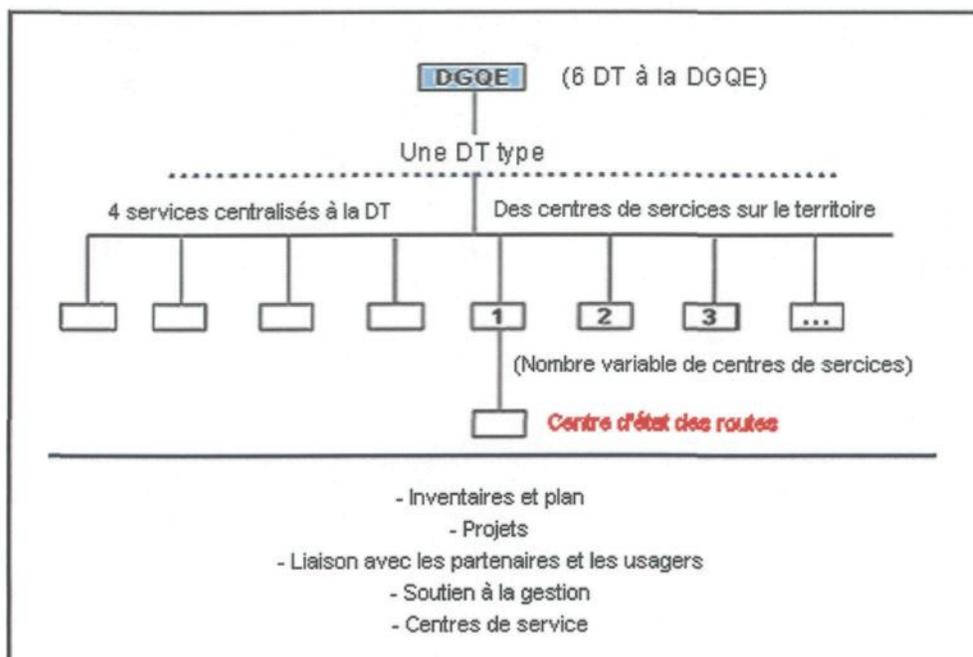


Plusieurs directions travaillent sous la responsabilité de la Direction générale des services à la gestion. Parmi elles on compte la Direction des technologies de l'information qui a comme mandat de fournir aux unités administratives des produits et services en matière de ressources informationnelles. Cette direction supervise également le service qui est responsable de la gestion des systèmes administratifs et d'information stratégique. Parmi les responsabilités de ce service, on trouve la gestion du Système d'information sur les conditions routières, un système de gestion de bases de données sous Windows 2000. Ce système est géré par des professionnels et techniciens dans le domaine des technologies informatiques. Il collige l'ensemble des données recueillies sur le réseau routier. Ce service est directement touché par la venue d'un nouveau système lié aux conditions routières.

La Direction générale de Québec et de l'est comprend six directions territoriales qui gèrent les activités du ministère sur le territoire. Quatre services sont généralement regroupés dans chaque bureau régional et des centres de services sont dispersés sur le territoire d'une direction territoriale. Chaque centre de services gère les activités d'entretien sur une partie du territoire. Parmi les services regroupés au bureau de la direction, il y a le Service du soutien à la gestion qui gère et entretient le parc informatique du bureau régional et des centres de services. Il est composé notamment de techniciens en informatique qui sont responsables de voir au bon fonctionnement du parc informatique. Ces personnes sont donc directement intéressées par le nouveau système d'information puisque ce sont elles qui devront en faire l'entretien. Il y a également le Service des liaisons avec les partenaires

et usagers qui diffuse des informations aux médias et aux citoyens. Ce service devrait donc participer à l'implantation du nouveau système d'information grand public.

**FIGURE 6** Modèle type d'une direction territoriale (DT)



Dans chaque centre de services, des équipes participent aux opérations de déneigement et de surveillance du réseau routier. Chaque région possède un centre régional de renseignements sur l'état des routes, qui est sous la responsabilité d'un des centres de services de la direction et qui fonctionne 24 heures par jour durant la saison hivernale. C'est lui qui reçoit les rapports sur les conditions routières préparés par des patrouilleurs sur le réseau. Ces rapports sont saisis dans le Système d'information sur les conditions routières. Les préposés qui effectuent la saisie des données sont généralement du personnel

ouvrier qui occupent ces fonctions pour la durée de l'hiver. L'été, ils travaillent habituellement à l'entretien du réseau.

Il existe une clause dans les contrats d'entretien d'hiver qui oblige l'entrepreneur à informer le Centre d'état des routes au moins deux fois par jour, soit vers 6 h et 16 h. L'entrepreneur doit également informer le Centre de tout changement aux conditions routières. Ces informations sont transmises par divers moyens tels que radiotéléphones, téléphones cellulaires ou télécopieur. La procédure est la même pour les contrats en régie remplis par les employés du ministère.

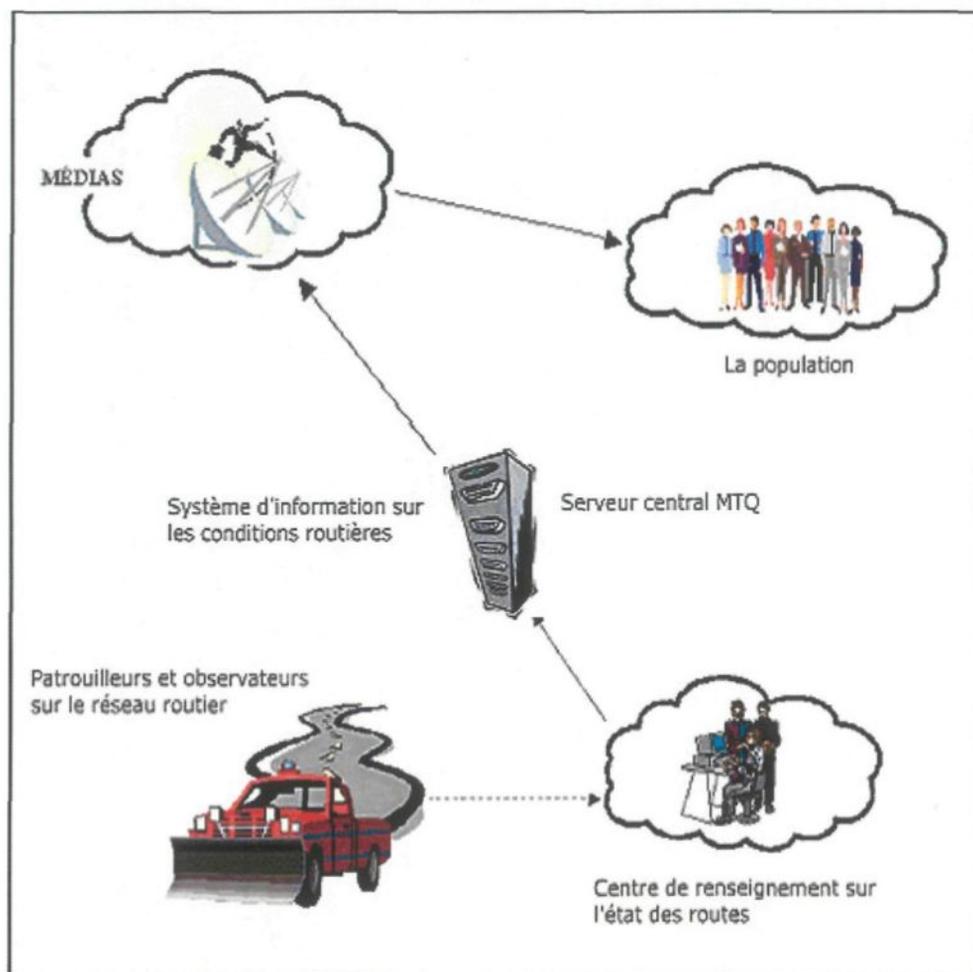
Les données sont ensuite transmises aux médias qui les diffusent. Pour obtenir l'information, la population peut en outre consulter le site Internet du ministère ou composer un numéro sans frais qui diffuse des messages enregistrés.

Pour évaluer les conditions routières, les patrouilleurs disposent d'une liste des différentes conditions de la chaussée et de la visibilité. Au début de chaque saison d'entretien hivernal, des réunions ont lieu avec les entrepreneurs et le personnel du ministère pour les informer des changements quant aux normes de surveillance et d'entretien.

La liste comporte 25 conditions sur l'état de la chaussée et 6 conditions sur la visibilité. Les conditions routières sont déterminées en combinant l'état de la chaussée et la

visibilité. Si l'on exclut les routes fermées dans l'une des quatre directions (nord-sud-est-ouest) et les routes interdites aux camions, on peut effectuer près d'une centaine d'associations ou de regroupements.

**FIGURE 7 Collecte et diffusion de l'information**



**TABLEAU 3 Liste des codes de l'état de la chaussée - HIVER 2000-2001**

<b><i>D</i></b>	Dégagée
<b><i>DGe</i></b>	Dégagée, glacée par endroits
<b><i>DPD</i></b>	Dégagée à partiellement dégagée
<b><i>DPDGe</i></b>	Dégagée à partiellement dégagée, glacée par endroits
<b><i>PD</i></b>	Partiellement dégagée
<b><i>PDGe</i></b>	Partiellement dégagée, glacée par endroits
<b><i>PDE</i></b>	Partiellement dégagée à enneigée
<b><i>PDEGe</i></b>	Partiellement dégagée à enneigée, glacée par endroits
<b><i>PDG</i></b>	Partiellement dégagée à glacée
<b><i>E</i></b>	Enneigée
<b><i>Ege</i></b>	Enneigée, glacée par endroits
<b><i>EG</i></b>	Enneigée à glacée
<b><i>G</i></b>	Glacée
<b><i>FND</i></b>	Fond de neige durcie
<b><i>FNDGe</i></b>	Fond de neige durcie, glacée par endroits
<b><i>F</i></b>	Fermée
<b><i>Fn</i></b>	Fermée direction nord
<b><i>Fs</i></b>	Fermée direction sud
<b><i>Fe</i></b>	Fermée direction est
<b><i>Fo</i></b>	Fermée direction ouest
<b><i>I</i></b>	Interdit aux camions
<b><i>In</i></b>	Interdit aux camions direction nord
<b><i>Is</i></b>	Interdit aux camions direction sud
<b><i>Ie</i></b>	Interdit aux camions direction est
<b><i>Io</i></b>	Interdit aux camions direction ouest
<b><i>ND</i></b>	Non disponible
<b><i>HS</i></b>	Hors saison

**TABLEAU 4 Liste des codes de la visibilité - HIVER 2000-2001**

<b><i>B</i></b>	Bonne
<b><i>BRe</i></b>	Bonne, réduite par endroits
<b><i>BNe</i></b>	Bonne, nulle par endroits
<b><i>R</i></b>	Réduite
<b><i>RNe</i></b>	Réduite, nulle par endroits
<b><i>N</i></b>	Nulle
<b><i>ND</i></b>	Non disponible
<b><i>HS</i></b>	Hors saison

FIGURE 8 Conditions de la chaussée



Par ailleurs, le travail des préposés aux renseignements consiste à faire la saisie des données dans le Système d'information sur les conditions routières. Les données sont alors acheminées vers le serveur central par le réseau étendu du ministère.

Chaque Centre d'état des routes est responsable de saisir les données sur son territoire. Les préposés communiquent aussi avec les entrepreneurs lorsque les surveillants constatent des problèmes sur le réseau. Ils analysent également des rapports météorologiques fournis par Environnement Canada, qui permettent de prévoir les

constatent des problèmes sur le réseau. Ils analysent également des rapports météorologiques fournis par Environnement Canada, qui permettent de prévoir les précipitations. Ces rapports permettent de connaître le début des précipitations, la durée et la quantité de précipitation. Ils effectuent en outre d'autres tâches connexes comme le contrôle et la pesée des abrasifs. Ils ne répondent pas directement à la population étant donné que le ministère diffuse les informations routières grâce à un système de messages téléphoniques enregistrés.

Les principales difficultés de ce travail sont liées aux conditions parfois stressantes lors des tempêtes et à l'horaire de travail. De plus, la saisie des données peut apparaître exigeante pour des travailleurs manuels.

### **3.2 La connaissance de l'utilisateur, de la clientèle, des sources d'information et de l'utilité du système**

Le nouveau système d'information grand public affichera les conditions routières en hiver. Il sera complémentaire au Système d'information sur les conditions routières que gère actuellement le ministère. Il serait installé sur le traversier Camille-Marcoux, qui est le principal lien entre les régions de la Côte-Nord et de la Gaspésie. Il traverse le fleuve Saint-Laurent plusieurs fois par jour et il a une capacité de 600 passagers et de 125 véhicules. Le fleuve, à cet endroit, a une largeur approximative de 62 kilomètres.

Le réseau routier pris en charge par le système comprend les routes nationales et régionales situées sur la Côte-Nord, en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent, ainsi que les routes pour se rendre à Chicoutimi et à Québec. On parle ici de plus de 5 000 kilomètres de routes découpées en 58 tronçons.

### **Utilité du système d'information sur les conditions routières**

Le nouveau système d'information grand public vise à améliorer la compréhension des informations diffusées par le ministère des Transports. À noter qu'il aurait été plus simple techniquement de transmettre les informations à un endroit relié par un réseau de fibres optiques ou par un autre moyen de communication. En augmentant le coefficient de difficulté technique, nous croyons qu'il sera plus facile d'adapter le concept pour d'autres applications (Internet, endroits publics, etc.). Il sera aussi possible d'adapter le système aux autres traverses exploitées par la Société des traversiers du Québec (p. ex., la traverse Tadoussac–Baie-Sainte-Catherine sur le Saguenay).

En outre, les usagers du traversier constituent une clientèle captive pour la durée de chaque traversée. Il sera ainsi plus commode d'observer les usagers et de les interroger sur le système. Nous disposerons donc d'un laboratoire d'utilisabilité avec de vrais utilisateurs et en temps réel. C'est une façon très économique de poursuivre l'amélioration du système. Par ailleurs, de plus en plus de touristes étrangers visitent ces régions durant l'hiver et utilisent ce traversier. Il s'agit d'un autre moyen de vérifier auprès d'une clientèle internationale si le système d'information est suffisamment intuitif.

De plus, les conditions routières sont souvent différentes de chaque côté du fleuve. Par exemple, un voyageur peut partir de la Côte-Nord le matin dans de bonnes conditions et se trouver quelques heures plus tard dans la péninsule gaspésienne en pleine tempête de neige. L'inverse est également vrai. Comme les conditions atmosphériques sont changeantes dans ces régions, elles peuvent donc se modifier durant la traversée. Si les usagers du traversier comprennent mieux le système, ils devraient alors prendre de meilleures décisions quant à la planification de leurs déplacements et cela pourrait contribuer à diminuer les accidents sur le réseau routier.

Les conditions routières sont également très difficiles dans certains secteurs et on arrive à peine à imaginer les dangers qui guettent le voyageur. Par exemple, la durée du trajet entre Baie-Comeau et Fermont est de huit heures sur une route montagneuse, accidentée, isolée et sans aucun village entre les deux villes. Une personne qui est paralysée dans une tempête risque de mourir rapidement d'hypothermie. Les autorités recommandent d'ailleurs de voyager de jour et en convoi sur cette route. Si le système est suffisamment explicite pour cette clientèle, il sera plus aisé de l'adapter pour d'autres clientèles qui vivent des problèmes moins importants.

En outre, plusieurs motoneigistes utilisent le traversier dans leurs excursions touristiques à travers les régions du Québec. Ils arrivent de la Gaspésie et poursuivent parfois leur voyage jusqu'à Blanc-Sablon sur la Basse-Côte-Nord. Pour atteindre cette

destination, ils doivent emprunter un sentier de motoneige à la fin du réseau routier à Natashquan. À partir de cet endroit, le ministère des Transports entretient jusqu'à Blanc-Sablon un réseau de 500 kilomètres de sentiers de motoneiges. Ces sentiers traversent des plans d'eau et, pour des raisons de sécurité, ils doivent être fermés régulièrement durant l'hiver lorsque le couvert de glace est insuffisant. Il est donc utile d'informer cette clientèle sur l'état du sentier de motoneiges.

Certes, il existe des systèmes qui diffusent les informations routières dans Internet. Ces informations sont généralement présentées sous forme de tableaux, une présentation non conviviale pour la population en générale.

Quant à l'information diffusée à la télévision, elle est affichée sous forme d'images statiques. Il n'existe pas de présentation multimédia qui affiche les conditions routières tronçon par tronçon de façon claire et précise. Les médias n'affichent d'ailleurs que les principales destinations, laissant de côté les conditions régionales. En outre, les informations diffusées par les médias apparaissent ambiguës, les normes ne sont pas constantes d'une station à l'autre, le déroulement est trop rapide et il y a généralement trop d'informations d'affichées. Les codes de couleurs ne tiennent pas compte non plus des personnes daltoniennes.

Naturellement, il n'existe aucun système similaire sur les traversiers exploités par la Société des traversiers du Québec, ni d'ailleurs dans le monde.

Les données qui alimenteraient le système seraient fournies par les patrouilleurs sur le réseau routier. Les données peuvent être prélevées directement sur le serveur central du ministère ou être saisies par les préposés dans le nouveau système.

Les données météorologiques proviendraient d'Environnement Canada. D'autres données pourraient également être fournies par des corps policiers, des associations touristiques ou d'autres organismes.

La transmission des données se ferait généralement par le réseau étendu du ministère des Transports. La principale difficulté réside dans le transfert des données sur le navire. À cet égard, plusieurs essais ont été effectués à l'aide de diverses technologies.

La transmission par téléphonie cellulaire traditionnelle risque de diminuer le signal de transmission lorsque le navire s'éloigne de la ligne d'horizon. À ce moment, il peut y avoir perte de communication. En outre, si la taille des fichiers est importante, les coûts de transmission seront plus élevés. Pour ces raisons, cette option a été rejetée.

La transmission par téléphonie cellulaire satellite MSAT ne comporte pas de problème de perte de signal, mais son coût est élevé. Compte tenu que les coûts de transmission sont beaucoup plus élevés que par téléphonie cellulaire traditionnelle, nous n'avons pas retenu cette option.

Le lien intranet TCP/IP Base Data Link Controller BDLC est composé d'une station radio située à un endroit approprié, permettant un lien radio fiable entre la terre et le bateau. Un émetteur/récepteur doit être installé sur le navire et la communication est réalisée à l'aide d'un modem. Un canal radio simplex est réservé à cette application. La principale difficulté est la limitation de la bande passante, puisqu'il s'agit d'un système radio. Le prix était également beaucoup trop élevé (plus de 25 000 \$). L'option n'a donc pas été retenue.

La transmission par antenne portative (RF9600 Wireless Modem) comporte deux antennes portatives et la seule condition est que les deux antennes soient continuellement en contact visuel. Pour atteindre cet objectif, il faut installer une antenne sur le toit de la gare maritime de Baie-Comeau et une autre sur le toit du navire. Une perte de signal est toutefois possible près du port de Godbout. Cet inconvénient apparaît toutefois négligeable puisque cet endroit coïncide avec la zone de préparation au débarquement.

Bien que cette technologie semble intéressante, elle occasionne des frais supplémentaires pour l'installation et l'entretien du système. Ainsi, il fallait prévoir l'installation d'un ordinateur et d'un lien Internet à la gare maritime de Baie-Comeau. De plus, elle risquait de causer des problèmes d'entretien en cas de mauvais fonctionnement du système. Par exemple, si un problème survenait à la gare maritime, un technicien devrait s'y rendre pour diagnostiquer le problème et tenter de le résoudre. Comme les tests n'ont pas donné les résultats attendus, cette option a été rejetée.

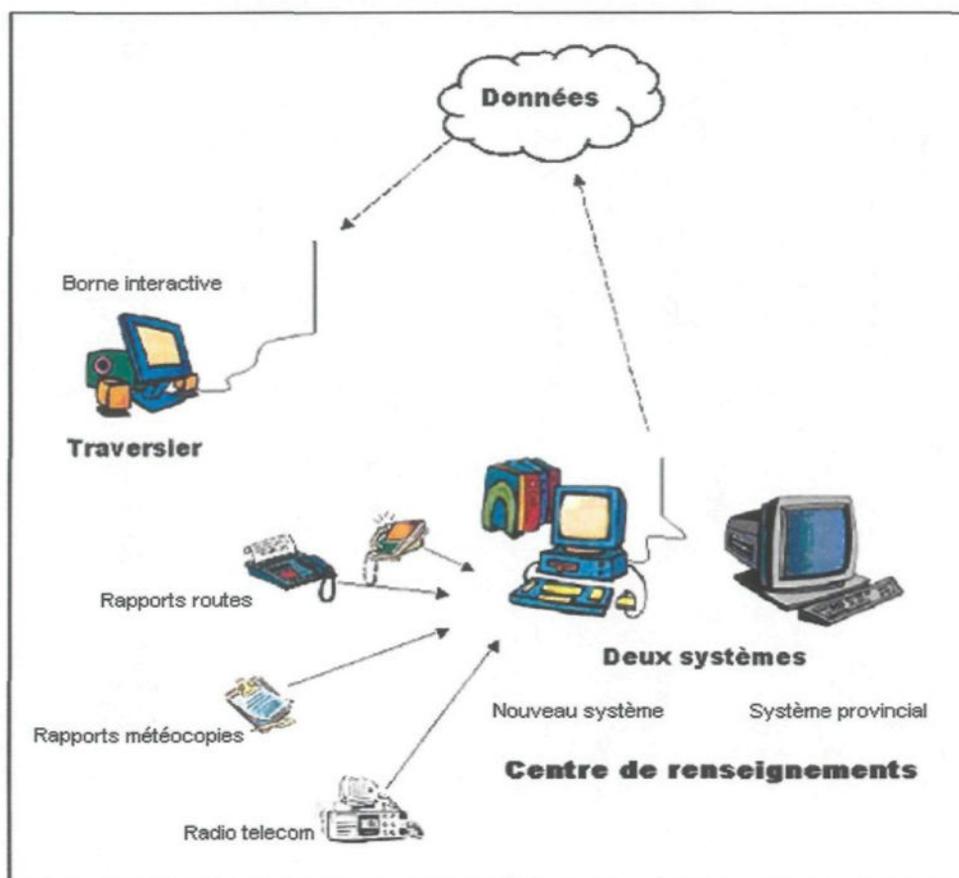
La transmission par antenne portative et cellulaire suppose l'installation sur le bateau d'une antenne et d'un modem cellulaire de 3 watts. Les coûts d'acquisition et d'installation sont raisonnables et ce module devrait permettre une réception adéquate du signal. Les données seront cependant transférées à une vitesse de 9 600 bps et le système retenu devra minimiser la taille des fichiers à transférer. Il est en effet impensable de transférer des images et des animations par ce moyen de communication.

### **3.3 La conception globale du système**

Pour évaluer les divers scénarios devant servir à définir le meilleur système, nous avons utilisé la grille d'analyse présentée au chapitre précédent (tableau 2). Trois scénarios ont été analysés.

#### **1<sup>er</sup> scénario**

Le 1<sup>er</sup> scénario prévoit l'installation sur le traversier d'une borne interactive qui permettrait aux usagers d'interagir avec le système à l'aide d'écrans tactiles conviviaux et simples d'utilisation. Pour la saisie des données, le nouveau système serait indépendant du système existant. En plus des observations actuelles, on ajouterait d'autres renseignements tels que les tendances des conditions routières, le déplacement des précipitations et les accidents sur le réseau routier. Ce scénario suppose donc des écrans interactifs pour la saisie des données par les préposés aux renseignements et des écrans interactifs pour les usagers du traversier.

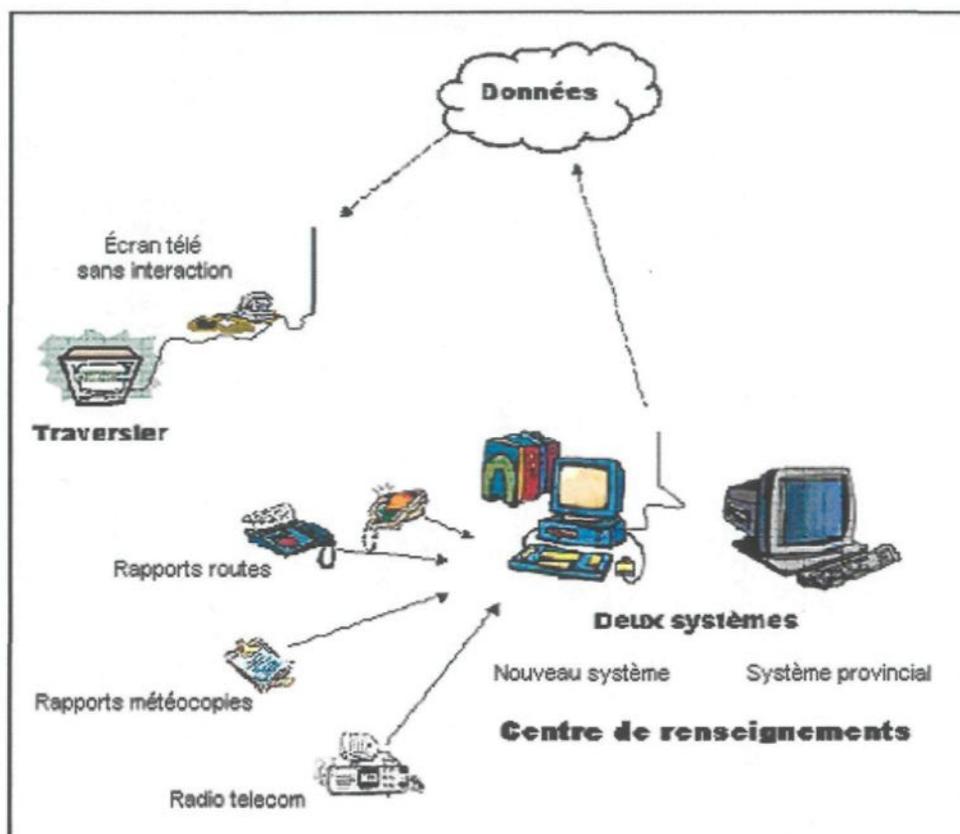
FIGURE 9 1<sup>er</sup> scénario

## 2<sup>e</sup> scénario

Le 2<sup>e</sup> scénario prévoit l'installation sur le traversier d'un écran de télévision non interactif, comme dans les aéroports. Les écrans seraient surélevés et il n'y aurait pas d'interaction avec les usagers. Dans les aéroports, on défile des informations sur l'horaire des vols alors que, sur le traversier, on défilerait des informations sur les conditions routières. Pour la saisie des données, on propose ici également un système indépendant du système existant. Ce scénario suppose donc des écrans interactifs pour la saisie des données

par les préposés aux renseignements et des présentations sans interaction pour les usagers du traversier.

**FIGURE 10 2<sup>e</sup> scénario**

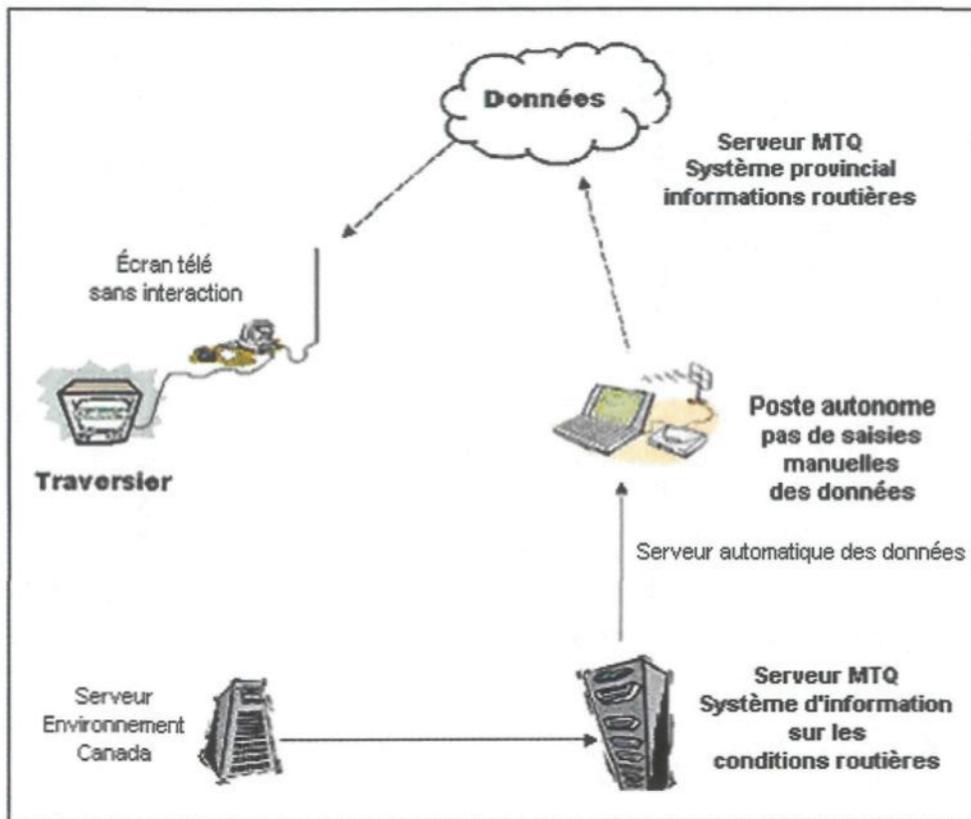


### 3<sup>e</sup> scénario

Le 3<sup>e</sup> scénario prévoit l'installation d'un écran de télévision sans interaction sur le traversier. Dans ce scénario, aucune information s'ajoute à celle fournie par la base de données. On traite également les données météorologiques à l'aide d'un programme informatique. La majorité des transferts de données se font de façon automatique et les

préposés ne saisissent aucune nouvelle donnée. Ce scénario exige des programmes de collecte et de transfert automatiques des données. Il suppose des présentations sans interaction pour les usagers du traversier.

FIGURE 11 3<sup>e</sup> scénario



### Choix d'un scénario (Annexe B)

À l'aide de la grille d'analyse (tableau 2), il s'agit de comparer les trois scénarios afin de retenir le meilleur. Le 3<sup>e</sup> scénario obtient la meilleure note, même s'il n'est pas celui qui offre le plus de bénéfices escomptés. Nous l'avons retenu parce qu'il a davantage de

chances de se réaliser compte tenu des répercussions sur le ministère. Il permettra en outre de traduire l'information sous une forme graphique explicite et compréhensible. Les deux autres scénarios demeurent néanmoins intéressants parce qu'ils permettraient d'améliorer la qualité de l'information diffusée au grand public. Ils sont cependant difficiles à mettre en place dans le contexte du ministère. Il est apparu préférable dans ce contexte de commencer par un scénario plus réaliste et de l'améliorer plus tard.

### **3.4 La conception des écrans**

Les principaux objectifs d'utilisabilité pour les écrans portent sur la simplicité ainsi que l'utilisation de symboles intuitifs et explicites.

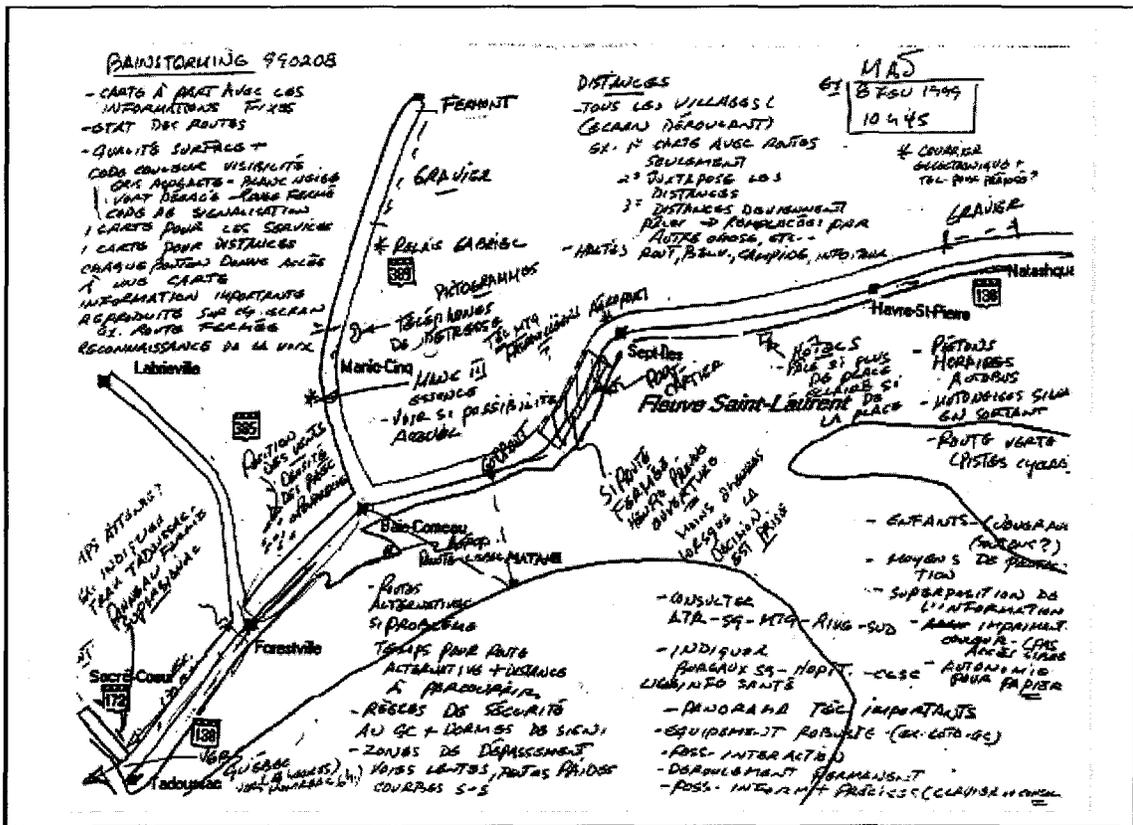
#### **Le contenu**

Après diverses consultations et à la suite des séances de remue-méninges, l'information à afficher a été regroupée en quatre catégories, soit celle sur les conditions routières, sur les consignes de sécurité, sur les principales distances et celle de nature touristique.

L'information sur les conditions routières, dans les premières esquisses, prévoyait des codes couleurs pour indiquer les différentes conditions routières. L'information sur les consignes de sécurité visait à informer les voyageurs sur les risques associés à la conduite en condition hivernale, en particulier dans les secteurs isolés. L'information sur les principales distances prévoyait l'affichage des distances et du temps de parcours

approximatif entre les principales villes de chaque région. Enfin, l'information de nature touristique a été rejetée afin d'alléger les présentations.

FIGURE 12 Synthèse des suggestions



Les symboles

L'objectif visait à minimiser le nombre de symboles dans le but de conserver la simplicité des écrans. Il fallait toutefois couvrir l'ensemble des situations décrites par les patrouilleurs (tableaux 3 et 4). La liste de ces situations comporte beaucoup trop de conditions différentes (une trentaine). Les conditions qui se rattachent à l'état de la

chaussée et à la visibilité (en excluant les routes fermées en partie ou complètement) en totalisent 21. Nous sommes ainsi très loin du chiffre magique de  $7\pm 2$  éléments (Miller, 1956). Les symboles doivent aussi être suffisamment explicites pour éviter toute confusion. À cet égard, quelques critères s'imposent quant à la perception (Easterby, 1970) :

pragmatisme : le contexte dans lequel le symbole est utilisé.

sémantique : le sens du symbole par rapport à la situation que nous voulons représenter.

syntaxe : la relation du symbole par rapport à l'ensemble des autres symboles.

visibilité : le symbole est vu comment et avec quel degré de clarté.

discrimination : comment le symbole peut se différencier par rapport aux autres.

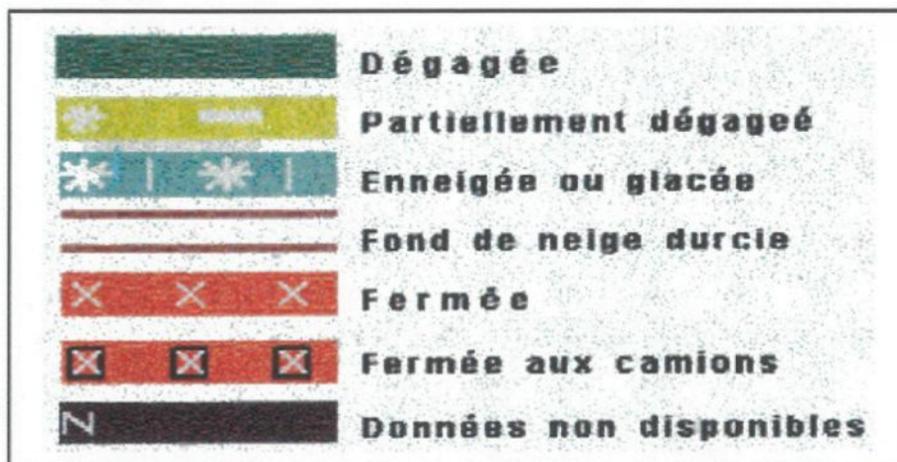
Pour valider les symboles, nous avons demandé aux usagers du traversier ce qu'ils comprenaient des symboles proposés. Nous avons commencé avec quelques symboles simples et, graduellement, nous ajoutons des informations.

Nous avons débuté avec le symbole universel représenté par les feux de circulation routière. La couleur verte désigne de bonnes conditions, la couleur jaune, des conditions passables, et la couleur rouge, des conditions impraticables (route impraticable ou fermée) Il était toutefois impossible de se limiter à ces trois conditions puisque plusieurs autres conditions intermédiaires doivent être affichées. Nous avons donc conçu un modèle hybride (figure 13) qui, en plus du trio vert-jaune-rouge, comporte d'autres couleurs ainsi

que des symboles (astérisques, tirets, figures géométriques). Par exemple, l'état enneigé ou glacé est symbolisé par une bande bleue.

Pour valider la compréhension, nous avons demandé à des personnes leur compréhension de ces symboles, sans indiquer la légende. Si les personnes interrogées à ce sujet comprenaient assez bien les codes de couleurs, elles s'interrogeaient toutefois sur les signes géométriques. Par exemple, elles ne pouvaient pas donner la signification du cadre autour de chaque «x» dans la deuxième bande rouge (pour fermé aux camions). Pour ces symboles, il fallait donc absolument ajouter une légende, ce qui allait à l'encontre des symboles intuitifs recherchés.

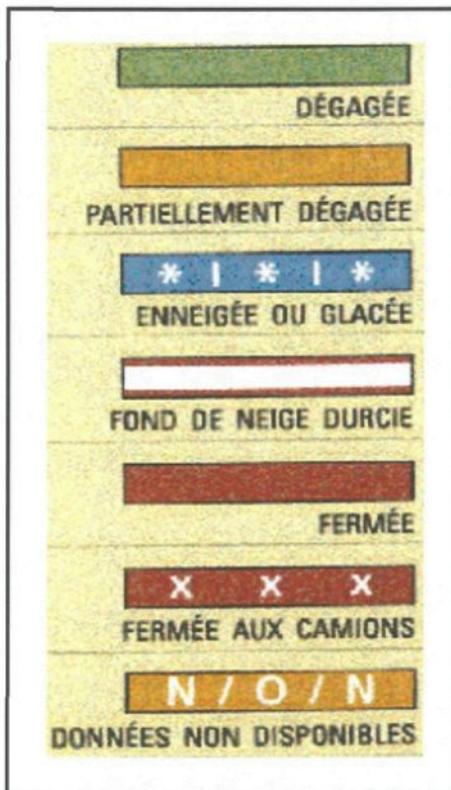
FIGURE 13 Symboles – 1<sup>er</sup> essai



Pour le deuxième essai (figure 14), nous avons tenté de simplifier les symboles et d'améliorer l'aspect graphique. Les traits dans la bande jaune ont été retirés parce qu'ils ne

signifiaient rien pour les usagers. Nous avons également simplifié les symboles pour une route fermée ou fermée pour les camions. Ces symboles risquent cependant d'être difficiles à distinguer chez les personnes daltoniennes qui forment entre 8 % et 12 % de la population mâle. Qui plus est, la forme la plus fréquente dans 99 % des cas est la difficulté à distinguer la couleur verte de la couleur rouge (dégagée/fermée). La confusion des couleurs bleue et jaune existe également, mais le phénomène est plutôt rare et il n'existe pas de statistiques sur le sujet (Waggoner, 2001).

**FIGURE 14** Symboles – 2<sup>e</sup> essai



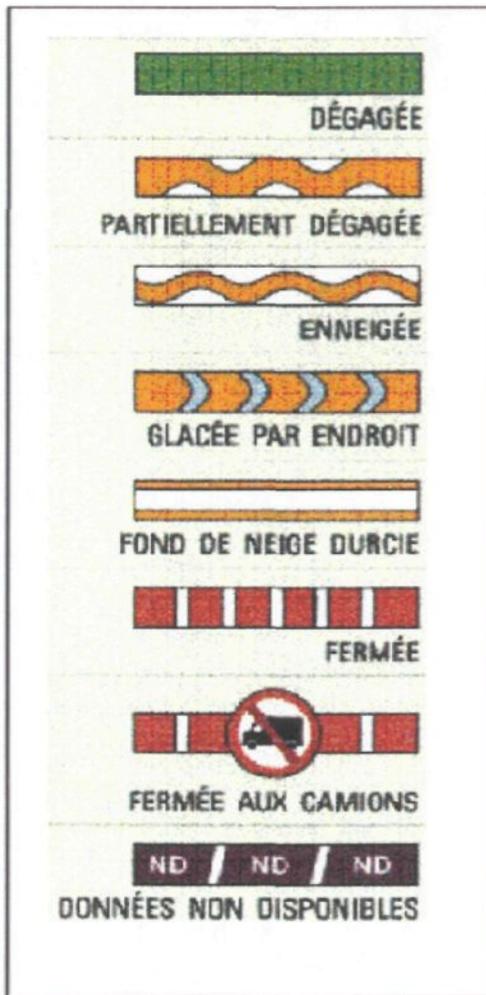
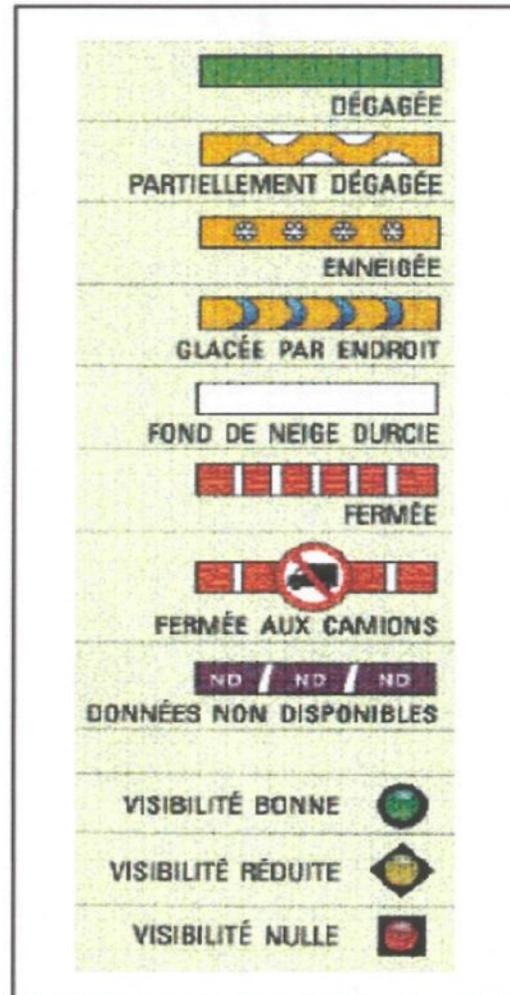
Au troisième essai (figure 15), les seuls symboles qui n'étaient pas ambigus pour les usagers visaient les conditions dégagées, la route fermée et la route fermée aux camions.

Des traits verticaux furent ajoutés pour la route fermée afin d'aider les personnes qui ont de la difficulté à distinguer la couleur verte et la couleur rouge. Le symbole de la route fermée aux camions a été imaginé en intégrant un panneau de signalisation routière. Les symboles pour les autres conditions étaient ambigus.

Pour le quatrième essai (figure 16), des symboles ont été ajoutés pour afficher les conditions relatives à la visibilité. Les symboles pour une chaussée enneigée et une chaussée sur fond de neige durcie ont également été modifiés. La compréhension ne s'en trouvait toutefois pas vraiment améliorée. En ajoutant des symboles, on risquait d'augmenter la difficulté de compréhension.

Un autre problème découlait du trop grand nombre de couleurs, le nombre maximum recommandé étant de  $5 \pm 2$  (Marcus, 1989). Des chercheurs prétendent que le temps requis pour chercher l'information augmente avec six couleurs et plus (Derefeldt et Marmolin, 1981). Par ailleurs, nous étions encore loin de toutes les situations dont tient compte le ministère. Et il était préférable que les symboles soient suffisamment clairs pour ne pas devoir les expliquer sous forme de légende. Cette légende occupait d'ailleurs trop d'espace par rapport au reste de l'écran.

Nous avons donc décidé, au 5<sup>e</sup> essai (figure 17), de revoir le concept et de concevoir des symboles qui se rapprochent davantage de la réalité.

FIGURE 15 Symboles – 3<sup>e</sup> essaiFIGURE 16 Symboles – 4<sup>e</sup> essai

Les symboles utilisés par le ministère des Transports pour illustrer les conditions routières sur le terrain ont été retenus. Ils respectent assez bien les cinq critères relatifs à la perceptibilité (pragmatisme, sémantique, syntaxe, visibilité et discrimination).

Ainsi, dans le but de limiter le nombre de possibilités et d'éviter l'ambiguïté des messages, la stratégie retenue fut d'afficher la pire situation. Par exemple, lorsque la

situation *Dégagée à partiellement dégagée* s'applique, nous affichons l'état *Partiellement dégagée* puisqu'il s'agit de la pire situation.

En ce qui concerne la visibilité, le symbole des feux de circulation a été conservé, en se limitant toutefois au jaune et au rouge. Autrement dit, les seules conditions dangereuses apparaissent afin de simplifier les écrans.

### **Prototype des écrans**

Le prototype des écrans s'est fait avec des maquettes sur papier, à l'aide de logiciels graphiques et d'un logiciel d'animation pour évaluer le temps de lecture et d'affichage.

L'idée était d'afficher les conditions routières de chacun des tronçons les uns à la suite des autres. La présentation utilisait un modèle qui simule une personne qui pointe des informations sur une carte routière. La technique consiste à utiliser l'animation (curseur, *fade in*, *fade out*, *zoom*, etc.) et à guider l'utilisateur tout au long de la présentation. Par exemple, les limites d'un tronçon sont en surbrillance, un délai de quelques secondes est octroyé à l'utilisateur pour qu'il ait le temps de se situer, puis les conditions routières sont dessinées sur la carte.

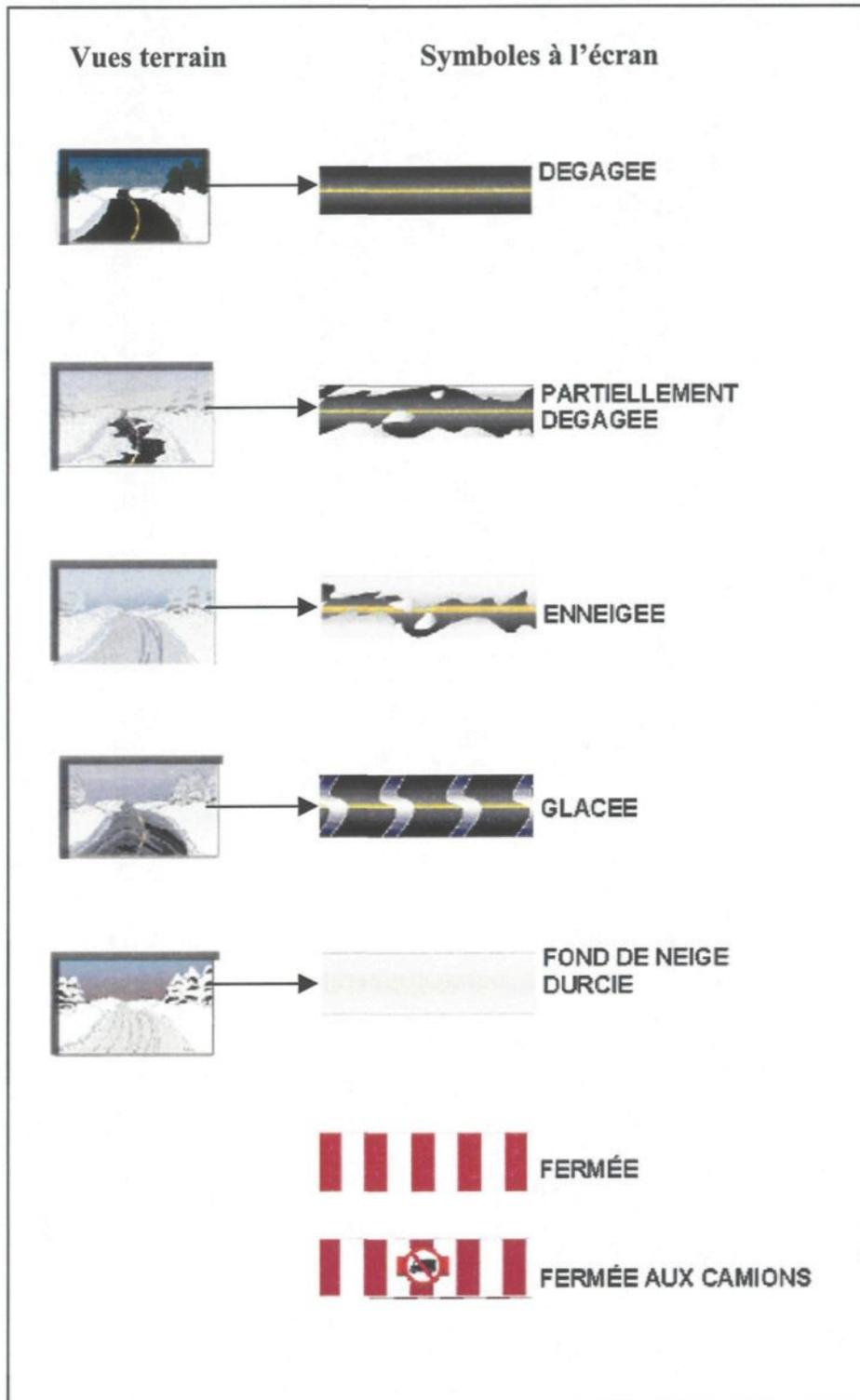
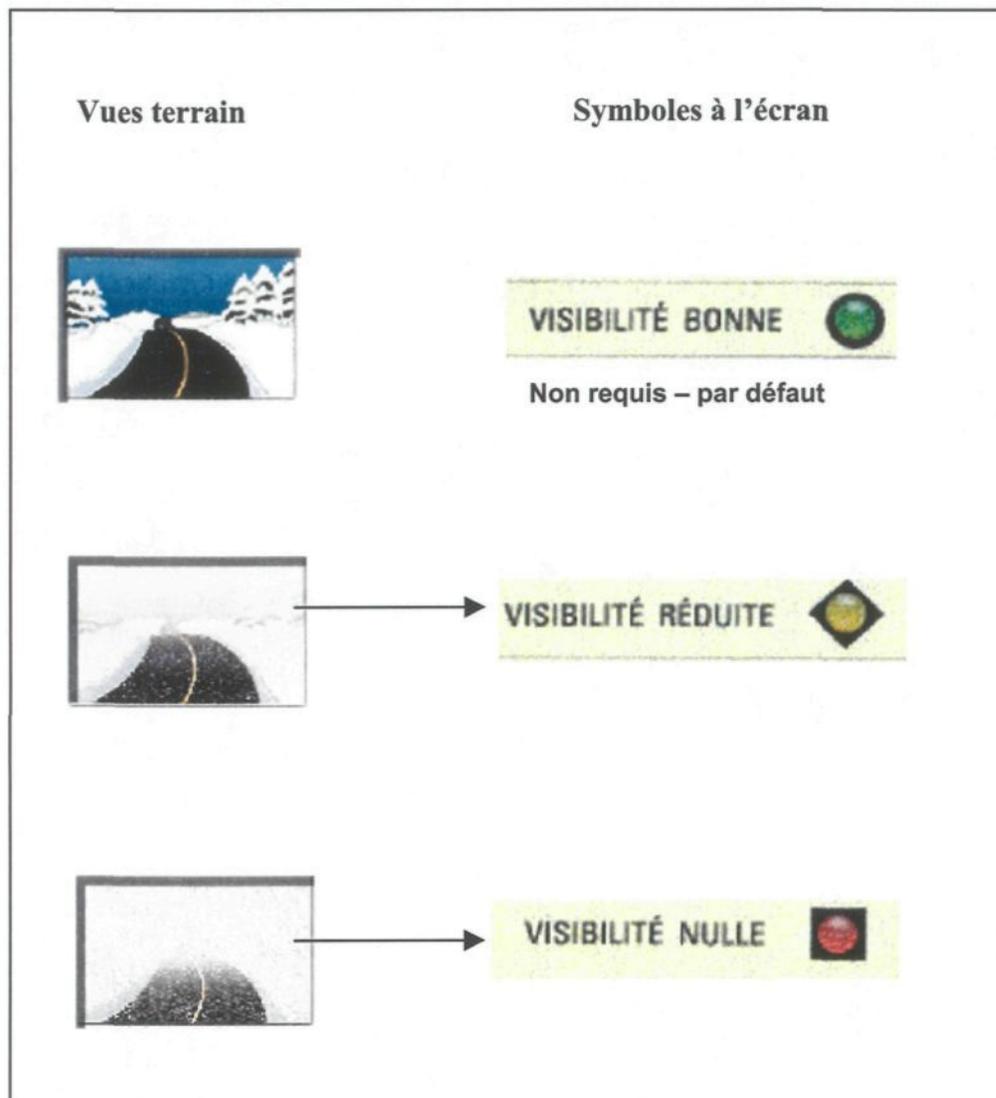
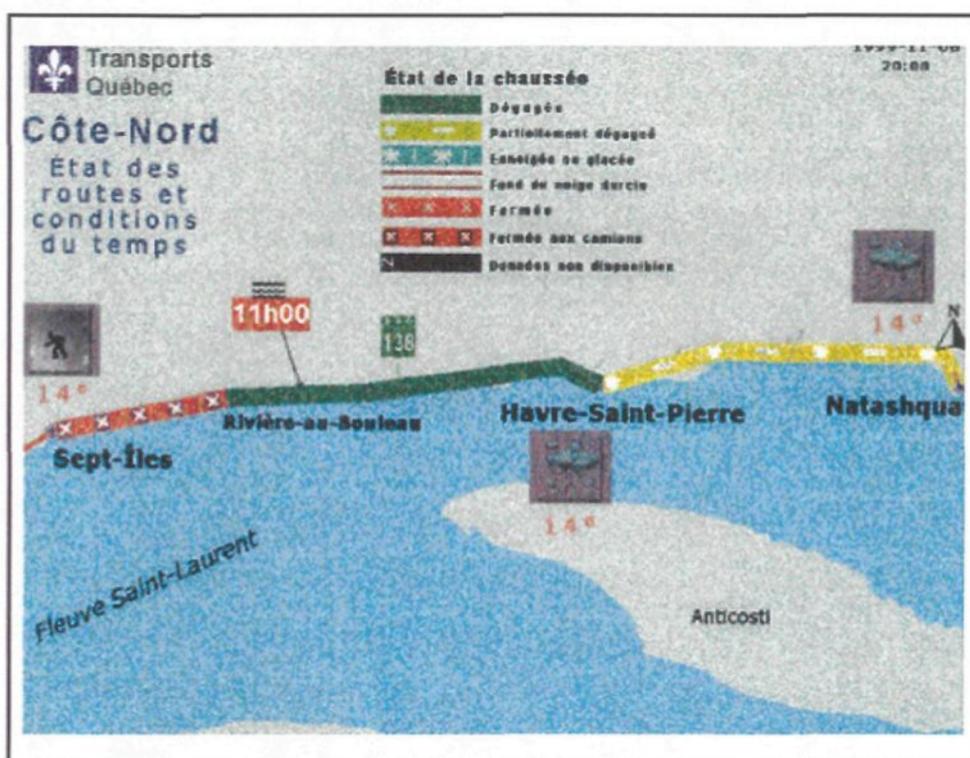
FIGURE 17 Symboles – 5<sup>e</sup> essai

FIGURE 17 Symboles – 5<sup>e</sup> essai (suite)

La méthode d'itérations successives a servi à vérifier le prototype des écrans. Trois concepts différents pour les écrans ont été analysés. Les deux premiers affichaient une légende et une carte. Le troisième remplaçait la légende par une bande de texte qui déroule dans le bas de l'écran (comme sur les canaux de nouvelles à la télévision).

FIGURE 18 Écrans – 1<sup>er</sup> essai

Pour le premier essai (figure 18), nous avons utilisé les logiciels *MapInfo* et *Director*. Le logiciel *MapInfo* est largement employé pour dessiner des cartes routières, mais on atteint rapidement ses limites lorsqu'il s'agit d'images graphiques plus complexes. Outre la confusion entre les symboles, ce concept n'apparaissait pas satisfaisant à cause de l'éparpillement des informations sur la carte. Cet éparpillement exigerait 40 % de plus de temps pour trouver des éléments comparativement à un écran où les informations sont bien présentées (Helander, 1988). À cause des limitations graphiques du logiciel *MapInfo*, nous avons utilisé dans les autres essais un logiciel qui offre de meilleures possibilités graphiques.

Le deuxième essai (figure 19) a porté sur les distances routières. Les limites de chaque tronçon sont en surbrillances et un curseur se déplace à l'écran afin d'attirer l'attention de l'utilisateur. À la fin du trajet du curseur, les distances et la durée approximative s'affichent pendant quelques secondes dans le bandeau du bas.

Comparativement au premier essai, les informations ont été regroupées à des endroits stratégiques. Il fallait également assurer une certaine cohérence entre chaque écran. La date et l'heure apparaissent dans le coin inférieur droit de l'écran. Le titre est placé en haut, à gauche, et le rectangle à gauche est réservé à la légende. Un des avantages de cet écran est que l'information est mieux disposée et qu'il offre davantage de potentiel que le précédent.

Dans le troisième essai (figure 20), il y avait trop d'informations à l'écran. Le fond de carte, qui devait afficher les informations les plus importantes, n'occupait que 55 % de l'espace disponible. Il comprenait deux informations dans le titre, onze situations différentes dans la légende, trois conditions météorologiques, trois températures, trois villes en évidence et trois villes de couleur tramée grise, cinq tronçons avec des états de chaussée différents, deux tronçons avec des états de visibilité différents, deux boutons bleus qui surchargeaient l'écran inutilement, en plus de la date et de l'heure. On comptait également une quinzaine de couleurs. Il y avait finalement une incompatibilité au chapitre de la visibilité, le début d'un tronçon correspondant à la fin du tronçon précédent. Si les conditions de visibilité n'étaient pas les mêmes, deux symboles différents devaient

s'afficher sur le même point. Les cadres pour les conditions météorologiques étaient ainsi au premier plan, au détriment des éléments plus importants qui portent sur les conditions routières.

FIGURE 19 Écrans – 2<sup>e</sup> essai

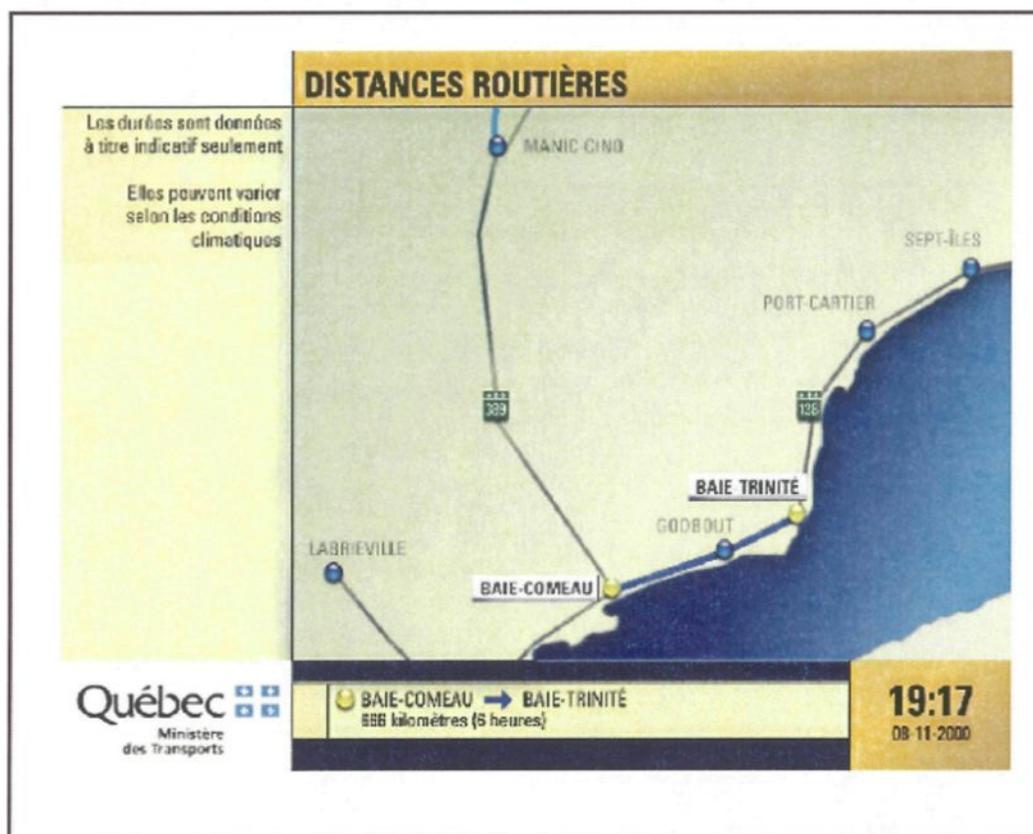


FIGURE 20 Écrans – 3<sup>e</sup> essai

Lors du 4<sup>e</sup> essai (figure 21), plus d'espace a été réservé aux informations importantes. Ainsi, la carte qui doit afficher les conditions routières occupait 85 % de l'espace disponible. La partie du titre «et conditions du temps» a été supprimée. La légende a également été éliminée puisque le bandeau du bas décrivait chaque condition à tour de rôle. Le symbole vert indiquant une bonne visibilité a été retranché, étant une condition implicite par défaut. Les symboles de visibilité se limitent donc à la visibilité réduite (jaune) ou nulle (rouge). Les conditions météorologiques apparaissent en arrière-plan et les degrés de température sont tramés. Les conditions météorologiques s'appliquaient à une

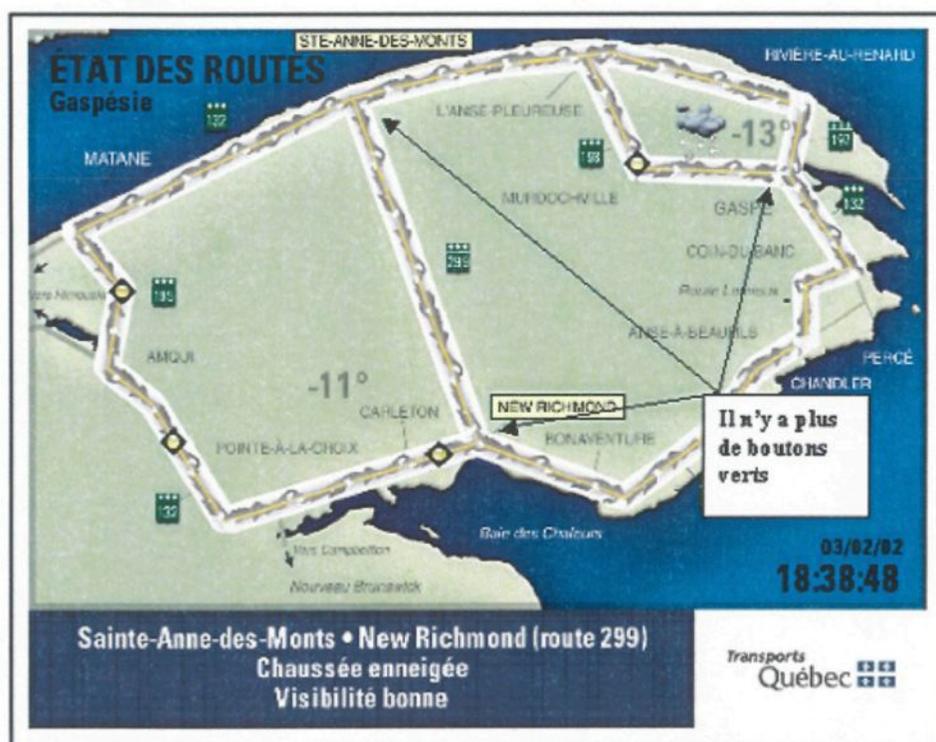
région, il n'était plus nécessaire de les associer à une ville. L'incompatibilité notée à l'essai précédent quant à la visibilité a été résolue en affichant le feu de circulation au centre du tronçon. Dans ce 4<sup>e</sup> essai, les symboles touchant les conditions de visibilité ont été réduits de moitié. Finalement, la date et l'heure ont été déplacées pour laisser plus d'espace dans le bandeau textuel. Ces changements réduisaient toutefois l'information inutile d'environ 40 % par rapport au 3<sup>e</sup> essai, tout en augmentant la lisibilité et la compréhension des symboles.

FIGURE 21 Écrans – 4<sup>e</sup> essai



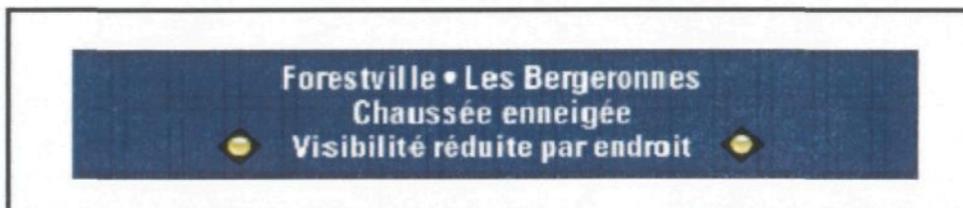
Enfin, lors du 5<sup>e</sup> essai (figure 22) les écrans ont été simplifiés en enlevant d'autres éléments parasites qui nuisaient à la clarté de l'information. Il s'agit des boutons qui délimitaient chaque tronçon (p. ex., Sept-Îles, Pont de la rivière au Bouleau). Ces boutons s'avéraient inutiles parce que, sur le terrain, les conditions ne sont pas aussi précises que sur la carte. Autrement dit, ce n'est pas à la limite d'un tronçon que les conditions changent brusquement. Cette présentation apparaît suffisamment explicite et elle répond aux objectifs d'utilisabilité.

FIGURE 22 Écrans – 5<sup>e</sup> essai



Par ailleurs, un bandeau textuel apparaît au bas de l'écran (figure 23). Il sert à éliminer la légende qui, lors des premiers essais, occupait une bonne partie de l'espace.

**FIGURE 23** Bandeau au bas de l'écran



Le bandeau contient trois lignes d'un maximum de 55 caractères :

1<sup>re</sup> ligne : limites du tronçon

2<sup>e</sup> ligne : état de la chaussée

3<sup>e</sup> ligne : visibilité

Pour renforcer le message, le texte de la 3<sup>e</sup> ligne a été encadré avec le symbole de visibilité. Un feu de circulation semblable s'affiche aussi au milieu du tronçon correspondant. Dans l'exemple de la figure 23, un feu de circulation jaune s'afficherait également à l'écran sur le tronçon Forestville–Les Bergeronnes.

Les lettres sont en majuscules et minuscules (en capitales et bas-de-casse) pour en faciliter la lecture. Les textes sont en outre centrés afin d'améliorer la lisibilité.

La durée d'affichage a été fixée selon la vitesse de lecture moyenne, soit 261 mots à la minute. Pour un texte de neuf mots dans l'exemple (figure 23), nous aurions un temps de lecture d'environ deux secondes. Cependant, comme les usagers doivent parallèlement fixer leur regard sur l'écran et sur le bandeau textuel, un temps de lecture de cinq secondes apparaît réaliste.

### **3.5 Élaboration d'un prototype fonctionnel**

Un prototype fonctionnel a été validé avec des données réelles fournies toutes les 30 minutes par le réseau étendu du ministère. Après avoir été testé et corrigé pendant six mois, il semble prêt à être installé sur le traversier. Les validations ont été effectuées en utilisant des données réelles et en comparant les résultats attendus avec les résultats affichés à l'écran. Les problèmes étaient notés et le système corrigé de façon itérative jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'erreur.

### **3.6. Implantation du système**

Le système d'information n'a pas été installé. S'il est implanté, il sera alors possible de l'améliorer grâce aux commentaires des divers usagers.

## CONCLUSION

La présente recherche visait à étudier les méthodes servant à concevoir des systèmes d'information ergonomiques et fonctionnels et à les appliquer à la conception d'un système d'information grand public sur l'état des routes, qui s'adressait aux usagers d'un traversier.

Sur la base du cycle d'utilisabilité, une grille d'analyse en six étapes a été définie. Par ailleurs, il est apparu important d'étudier les répercussions du système sur l'organisme devant gérer le système d'information. Trop de systèmes d'information banalisent cet aspect. Malgré la complexité du ministère des Transports, la solution proposée apparaît intéressante, économique et fonctionnelle.

Cependant, le projet a pris une ampleur inattendue et il s'est avéré plus complexe. Il ne s'agissait pas seulement de résoudre un problème d'interfaces et d'écrans, mais aussi de comprendre des processus relatifs à l'entretien hivernal, à la transformation des données et à la gestion de projet en général. Nous devions également étudier diverses technologies de télécommunication qui dépassent le cadre de développement des interfaces.

Le système d'information proposé, dans son état actuel, ne peut pas être considéré comme un système d'information intelligent. Il peut toutefois être amélioré en utilisant des données supplémentaires sur les prévisions météorologiques. Les systèmes météorologiques d'Environnement Canada fournissent des prévisions relativement précises

sur les précipitations à court terme (pour les douze prochaines heures). On indique le début de la précipitation et la quantité de précipitation prévue. Il serait intéressant de poursuivre le développement du modèle pour y intégrer la notion de conditions routières anticipées plutôt que celles observées. On se rapprocherait ainsi davantage d'un système intelligent en conseillant les usagers sur la période la plus propice pour voyager. Il pourrait également être amélioré afin de le rendre interactif et utilisable sur Internet.

Le traversier étant le prolongement de la route, c'est-à-dire un lien maritime qui complète le lien routier, on peut parler de transport multimodal. Le système d'information proposé est multimodal dans le sens où il a été conçu pour être installé sur un traversier et pour diffuser des informations routières.

En ce qui concerne l'utilité de ce type de système d'information sur les conditions routières hivernales, elle revêt plusieurs aspects.

Un premier aspect vise l'adéquation entre les conditions routières observées par les patrouilleurs et la façon dont la population décode ces informations. La personne qui utilise le système voit-elle à l'écran la même chose que le patrouilleur qui observe les conditions sur le terrain ? Si le système transmet des informations incompréhensibles, il est assurément d'aucune utilité pour l'utilisateur.

Un autre aspect touche la fiabilité des informations. Même le meilleur système au monde ne pourra transformer des informations erronées en informations exactes. À cet égard, la fiabilité des données est plus difficile à évaluer puisqu'elle repose sur les observations des patrouilleurs du ministère et des entrepreneurs qui circulent généralement en camionnettes sur le réseau routier. Les observations sont donc faites par des personnes différentes, qui travaillent sur des horaires différents et qui circulent sur des territoires différents. Chaque tronçon à observer est relativement long, soit généralement 60 kilomètres. Les conditions n'étant pas toujours uniformes à l'intérieur de chaque tronçon, l'observateur doit donc apprécier les conditions moyennes sur tout le tronçon. En outre, d'autres facteurs peuvent influencer la perception d'un observateur, tels que l'âge, la fatigue, la vision de nuit.

Par ailleurs, l'information est présentée à un public diversifié qui risque d'évaluer différemment diverses situations. Par exemple, une conductrice plus âgée peut évaluer une situation routière comme dangereuse alors qu'un jeune conducteur peut la considérer comme normale et sans danger. À la limite, le système devrait tenir compte de chaque utilisateur. Par exemple, si un usager a davantage de difficultés à conduire la nuit, le système devrait pondérer les informations affichées à l'écran afin de tenir compte de ce facteur.

Sans aller aussi loin dans la personnalisation d'un système d'information, il faut admettre que le critère le plus important réside dans la cohérence des informations. Il faut

ainsi que les observations sur les routes soient constantes d'un observateur à l'autre, d'une région à l'autre et d'une journée à l'autre. Si trop d'écarts existent entre les observations des patrouilleurs, le public ne pourra pas se fier à l'information qui en découle, et il perdra confiance dans le système d'information. Une piste de solution pour uniformiser les observations des patrouilleurs est de simplifier le lexique des conditions routières. C'est d'ailleurs une des préoccupations du ministère des Transports qui a refondu son lexique en 2002.

Cet aspect dépasse toutefois le cadre de la présente recherche. Il soulève cependant des pistes intéressantes pour d'éventuelles recherches dans le domaine, qui pourraient porter notamment sur la perception du public face aux conditions routières décrites par les organismes publics. Y a-t-il adéquation entre ce que le public perçoit en circulant sur les routes et ce qu'il comprend du système d'information sur l'état des routes ?

## BIBLIOGRAPHIE

- AIPCR (1998). *Viabilité hivernale*, X<sup>e</sup> Congrès international de la viabilité hivernale, Lulea (Suède).
- Apple Computer (1996, juillet). *Managing Complexity. HI Guide*. Consulté le 16 mai 2002, <http://developer.apple.com/techpubs/mac/HIGuidelines/HIGuidelines-61.html>
- AQTR (1999, avril). *Conférence sur les systèmes de transport intelligents*. Lockheed Martin, L'expérience du Colorado, Congrès annuel du transport et des routes, Montréal, 1999, Association québécoise du transport et des routes.
- ARPANET (s.d.). Birth of the Internet. *Through the Wires: A Century of Telecommunications*. Consulté le 12 juin 2002, <http://www.ideafinder.com/history/inventions/story078.html>
- Aubin, F. (1997). Interaction personne/système (2<sup>e</sup> cycle), *Notes de cours UQAC 1997*.
- Badre, A.N. (1982). *Designing Chunks for Sequentially Displayed Information*, Directions in Human Computer Interaction, New Jersey, Ablex.
- Bauer, W. (1991). «Climate Problems in Areas with High VDU Density: Results of Traders Desks», *Proc. 4th Int'l. Conference Human Computer Interaction*, p. 162-165.
- Bellis, M. (s.d.). The Invention of Radio. *Inventor*. Consulté le 8 juin 2002, <http://inventors.about.com/library/inventors/blradio.html>
- Benson, C., A. Elman, G. Merchan, S. Nickel et C. Robertson (2001). Usability Principles. *Gnome 2.0 Human Interface Guideline (draft)*. Consulté le 10 novembre 2001, <http://developper.gnome.org/projects/gup/hig/hig-01/layout.html>
- Bilingsley, P. (1996, janvier). «Standards: Simplifying Conformance», *SIGCHI*, no 28.
- Boiling, E. et B. Bichelmeyer (1998). «Rapid Prototyping», *AECT 1998*. Consulté le 3 mars 2000, <http://www.indiana.edu/~iirg/ARTICLES/prototyping/gap.html>
- Brassard, G. et P. Bradley (1987). *Algorithme conception et analyse* (p. 307, 322), Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal.
- Bruno, L. (s.d.). The Invention of the Telegraph. *The Library of Congress*. Consulté le 8 avril 2002, <http://memory.loc.gov/ammem/sfbmhtml/sfbmtelessay.html>
- Bush, V. (1945, juillet). «As We May Think», *The Atlantic Monthly*, p. 101-108.

- Buswell, G.T. (1992). «Fundamental Reading Habits: A Study of their Development», *Education Monographs Supplement*.
- Cakir, A., D.J. Hart et T.F.M. Stewart (1980). *Visual Display Terminals: A Manual Covering Ergonomics, Workplace Design, Health and Safety, Task Organization*, England, Wiley.
- Card, S.K., T.P. Moran et A. Newell (1983). *The Psychology of Human Computer Interaction*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Charlton, S.G. (2001). *Course Lecture of Cognitive Psychology*, Department of Psychology, University of Waikato, New Zealand. Consulté le 15 juin 2002, [http://psychology.waikato.ac.nz/Course\\_outlines/default.html](http://psychology.waikato.ac.nz/Course_outlines/default.html)
- Chen, K. et J.C. Miles (2000). *ITS Handbook Recommendations from the World Road Association (PIARC)*, Boston-London, Artech House.
- Comaford, C. (1993). «Graphical User Interfaces: Keep Them Sleek Simple», *Computerworld*, n° 16, p. 37-40.
- Derefeldt, U. et H. Marmolin (1981). Search time: Color coding and color. *First Annual Conference on Human Decision Making and Manual Contr.*
- Desharnais, J. (1998). Informatique théorique. *Notes de cours Université Laval 1998*.
- Dowling, K. (2002). Le commerce électronique arrive dans les églises. *Dossier Santé Éducation Radio-Canada*. Consulté le 14 mai 2002, [http://radio-canada.ca/nouvelles/Santeeducation/nouvelles/200205/13/006-eglise\\_electronique.asp](http://radio-canada.ca/nouvelles/Santeeducation/nouvelles/200205/13/006-eglise_electronique.asp)
- Easterby, R.S. (1970). «The Perception of Symbols for Machine Displays», *Ergonomics Conference*, p. 149-157.
- Engelbart, D. (2002). Douglas Carl Engelbart. *Bootstrap Alliance*. Consulté le 17 mai 2002, <http://www.bootstrap.org/engelbart/>
- Érickson, T.D. (1995). *Working with Interface Metaphors* (p. 147-151), Reading in Human Computer Interaction: Toward the year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.
- Faraday, P. et A. Sutcliffe (1997, mars). «Designing Effective Multimedia Presentations», *CHI Electronic Publications: Papers*.
- Gnome (2001). Designing for Disabilities. *Gnome Developer's Site*. Consulté le 22 mai 2002, <http://developer.gnome.org/projects/gap/hi-design.html>

- Gould, J.D. (1995). *How to Design Usable Systems* (p. 93-121), Reading in Human Computer Interaction: Toward the Year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.
- Granda, R.E. et R.C. Teitelbaum (1983). «The effects of positionnal constancy on searching menus for information», *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 150-153.
- Gruding, J. (1989, octobre). «The Case against User Interface Consistency», *Communications of the ACM*, p. 1164-1173.
- Heglin, H. (1973). *NAVSHIPS Display Illumination Design Guide*, San Diego, Naval Electronics Laboratory Center.
- Helander, M. (1988). *Handbook of Human Computer Interaction*, Amsterdam, Martin Helander (Editor).
- Intelsat programm NASA (s.d.). Intelsat. *Mission and Spacecraft Library*. Consulté le 15 avril 2002, <http://www.ideafinder.com/history/inventions/story078.html>
- ISO 9241 Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display terminals*, (1998), Genève, Norme Internationale.
- Jansen, B.J. (1998, avril). «The Graphical User Interface», *SIGCHI Conference*.
- Jones, M.K. (1988). *Human Computer Interaction: A Design Guide*, New Jersey, Educational Technology Publications.
- Keep, C., T. McLaughlin et R. Parmar (1993). Ted Nelson and Xanadu. *The Electronic Labyrinth*. Consulté le 18 mai 2002, <http://www.iath.virginia.edu/elab/hf10155.html>
- Kobsa, A. et C. Stephanidis (1998, juin). «Adaptable and Adaptive Information Access for All Users, Including Disabled and Elderly People». *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*.
- Kolers, P.A., R.L. Duchnicky et D.C.Fergusson (1981). «Eye Movement Measurement of Readability of CRT Displays», *Human Factors*, p. 517-527.
- Kruk, R.S. et P. Muter (1984). «Reading of Continuous Text on Video Screens», *Human Factors*, p. 339-345.
- Léger & Léger Recherche et Stratégie Marketing (1998). *Test des sources d'information sur les travaux routiers de la région de Montréal*, Montréal, Groupe Léger & Léger.
- Levy-Schoen, A. et J.K. O'Regan (1989). «Le regard et la lecture», *La Recherche*, p. 744-753.

Lewis, L. et J. Rieman (1994). *Getting to Know Users and their Tasks* (p. 122-127), Reading in Human Computer Interaction: Toward the year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.

Lynch, P. et S. Horton (1997, janvier). Multimedia Enhancement or distraction? *Yale Style Manual*. Consulté le 16 février 2000, <http://info.med.yale.edu/caim/manual/>

Mackworth, N.H et A.J. Morandi (1967). «The gaze selects information details within pictures», *Perception and Psychophysics*, p. 547-551.

Marcus, A. (1995). *Principles of Effective Visual Communication for Graphical User Interface Design* (p. 425-441), Readings in Human Computer Interaction: Toward the Year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.

Meney, F. (2002). Le vieillissement de la population, quelques données. *Dossier le Canada prend des rides*. Consulté le 3 mars 2002, <http://radio-canada.ca/nouvelles/dossiers/vieux/donnee.html>

Miller, G.A. (1956). «The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information», *Psychological Review*, p. 81-97.

Ministère des Transports du Québec (2000). *Rapport annuel 1999-2000*, Québec, Les Publications du Québec.

Moore, G. (1999). The Nobel Prize. *The American Institute of Physics*. Consulté le 15 mai 2002, <http://www.pbs.org/transistor/background1/events/nobelprize.html>

Murch, G. (1995). *Color graphics-Blessing or Ballyhoo*, Reading in Human Computer Interaction: Toward the year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.

Murdock, B. (1961). Short term retention of single paired associates, *Psychological Reports*.

Nielsen, J. (1992, mars). «The Usability Engineering Life Cycle», *Communications of IEEE*, p. 12-22.

Nielsen, J. (1999). The Top Ten Mistakes of Web Design. *Jakob Nielsen's Website*. Consulté le 6 mars 2000, <http://www.useit.com/alertbox/990530.html>

Nielsen, J. (2002, 31 mars). Top Research Laboratories in Human Computer Interaction. *Jakob Nielsen's Website*. Consulté le 17 mai 2002, <http://www.useit.com/alertbox/20020331.html>

Nielsen, J. et D. Sano (1994). Sun Web: User Interface Design for Sun Microsystem's. *Sun Website*. Consulté le 3 mars 2000, <http://www.ncsa.uiuc.edu/SDG/IT94/Proceedings/HCI/nielsen/sunweb.html>

Norman, D. (1995). *The Psychopathology of Everyday Things* (p. 5-21), Reading in Human Computer Interaction: Toward the Year 2000, San Francisco, Morgan Kauffmann Publishers.

*Nouveau Petit Robert*, (1995). Paris, Dictionnaires le Robert.

Packet switches (s.d.). What are packet switches? *Bell Labs*. Consulté le 5 mai 2002, <http://www.bell-labs.com/technology/packet/what.html>

Patterson, D.G. et M.A. Tinker (1947). «The Effect of Typography on the Perceptual Span in Reading», *American Journal of Psychology*, p. 388-396.

PC Modem (2001, 27 Septembre). Invention of the PC modem. *The Great Idea Finder*. Consulté le 22 mai 2002, <http://www.ideafinder.com/history/inventions/story086.html>

Peterson, L.R. et M.J. Peterson (1959). «Short-term retention of individual verbal items», *Journal of Experimental Psychology*, p. 193-198.

Poulton, E.C. et C.H. Brown (1968). «Rate of Comprehension of an Existing Teleprinter Output and of Possible Alternatives», *Journal of Applied Psychology*, p. 16-21.

Preece, J. (1994). *Human Computer Interaction* (p. 23-24), Wokingham England, Addison-Wesley.

Riecken, D. (2000, mai). «Personnal Views of Personnalisation», *Communications of the ACM*, p. 27-28.

Riordan, M. et L. Hoddeson (1999). Invention of the Microprocessor. *The American Institute of Physics*. Consulté le 15 mai 2002, <http://www.pbs.org/transistor/background1/events/micropinv.html>

Russo, J.E. (1978). *Eye Movements and the Higher Psychological Functions* (p. 89-109), New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates.

Shneiderman, B. (2000, mai). «Universal Usability», *Communications of the ACM*, p. 85-91.

Shneiderman, B. et H. Hochheiser (2001, mars-avril). «Universal Usability Statements», *Communications of the ACM*, p. 16-18.

Smith, D.C., C Irby, R. Kimball, B. Verplank, et E. Harslem (1982, avril) «Designing the Star User Interface», *Byte*.

Smith, S.L. et J.N. Mosier (1986). *Guidelines for Designing User Interface Software*, Massachusetts, USAF Electronic Systems Division.

- Telephone (2002, 28 juin). Fascinating facts about the invention of the Telephone by Alexander Graham Bell in 1876. *The Great Idea Finder*. Consulté le 3 juillet 2002, <http://www.ideafinder.com/history/inventions/story078.html>
- Tullis, T.S. (1988). *Screen Design: Handbook of Human Computer Interaction* (p. 377-411), North-Holland, Elsevier Science Publishers.
- Van Capelleveen, R.T. (2000). Morse Code. *AbsoluteFacts.com*. Consulté le 8 avril 2002, <http://www.absolutefacts.com/data/morsecode.html>
- W3C (1999, mai). Web Content Accessibility Guidelines. *W3C*. Consulté le 22 mai 2002, <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- Waggoner, T.L. (2001). Staff Naval Hospital, Pensacola. *Colors for the Color Blind*. Consulté le 8 janvier 2001, <http://members.aol.com/nocolorvsn/color2.html>
- William, D. (1996). «Multimedia, Mental Models and Complex Tasks», *CHI 96 Electronic Proceedings*.
- Wise, R. (2000). *Multimedia a Critical Introduction* (p. 1-79), Londres et New York, Routledge Taylor and Francis Group.

## ANNEXE A

### TABLEAU SYNTHÈSE GÉNÉRAL

<b>GRILLE D'ANALYSE</b> Conception d'un système d'information grand public	
<b>ÉTAPE 1 Analyse de l'organisation, des tâches et des processus</b>	
Il s'agit de faire une analyse de l'organisation. Cette analyse porte sur le modèle de l'organisme ou de l'entreprise, sur les ressources disponibles, les contraintes physiques ou financières, les informations et données disponibles, etc.	
<b>ÉTAPE 2 Connaître l'utilisateur, la clientèle et l'utilité du projet</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Description sommaire du système d'information.</li> <li>▪ Utilité du système d'information.</li> <li>▪ Est-ce qu'il existe un système semblable ?</li> <li>▪ Décrire la clientèle visée.</li> <li>▪ Préciser la provenance des données.</li> <li>▪ Décrire le mode de transmission des données.</li> </ul>	
S'il est impossible de répondre à ces questions, il est probable qu'il est trop tôt pour commencer à élaborer des scénarios. Il s'agit donc de définir davantage les objectifs, de reporter le projet ou carrément de l'abandonner.	
<b>ÉTAPE 3 Conception globale du système</b>	
<b>CRITÈRE DE PONDÉRATION</b>	
Pour ne pas fausser les résultats, il est préférable de commencer par établir les critères de pondération. Le poids relatif de chaque critère est déterminé en fonction du contexte. Le concepteur doit définir les critères de pondération en fonction du contexte.	
<b>NOTATION</b>	
Plus la note est élevée, plus le scénario a des chances de succès. Si l'on accorde 15 points pour la disponibilité des ressources, cela signifie que toutes les ressources sont disponibles.	
	<b>MAXIMUM</b>
<b>RESSOURCES HUMAINES</b> Si les ressources ne sont pas disponibles, il faudra essayer d'en trouver à l'extérieur et de les former. Plus il y aura des ressources d'engagées, plus le projet risque d'être complexe à mener à terme.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilité des ressources</li> <li>▪ Résistance face au changement</li> <li>▪ Formation</li> <li>▪ Risques d'erreurs</li> </ul>	

▪ Entretien du système	
▪ Autres	
<b>RESSOURCES MATÉRIELLES</b>	
▪ Disponibilité des ressources matérielles	
▪ Répercussions sur les systèmes existants et sur l'environnement de l'organisme Des répercussions importantes peuvent supposer la modification de processus, d'équipement de logiciels, de ressources humaines, d'entretien dans les autres systèmes. Aucune répercussion = 35 points	
▪ Autres	
<b>RESSOURCES FINANCIÈRES</b>	
▪ Importance des coûts dans le contexte organisationnel	
▪ Importance des coûts récurrents annuels Coûts récurrents nuls = 30 points	
▪ Autres	
<b>DONNÉES</b>	
▪ Provenance des données Si l'on utilise les données disponibles = 10 points	
▪ Transformation des données	
▪ Fiabilité des données	
▪ Transfert et circulation des données	
▪ Autres	
<b>AUTRES CRITÈRES</b>	
▪ Délais d'implantation	
▪ Bénéfices escomptés Bénéfices en matière de compréhension de l'information par les utilisateurs, utilité du service et facilité d'utilisation Coûts/bénéfices	
▪ Autres	
<b>TOTAL</b>	<b>points</b>
<b>ÉTUDE DE DIFFÉRENTS SCÉNARIOS</b>	
Il s'agit de proposer divers scénarios. Les techniques pour favoriser l'émergence de nouvelles idées peuvent être des remue-méninges, des sondages d'opinions, des discussions, des associations d'idées, de la veille technologique, de la recherche de documents, de regarder ce qui se fait ailleurs, etc.	
<b>1<sup>er</sup> scénario</b>	
<b>2<sup>e</sup> scénario</b>	
<b>3<sup>e</sup> scénario</b>	

<b>CHOIX D'UN SCÉNAIRO</b>			
Il s'agit de comparer chaque scénario et de choisir celui qui apparaît le meilleur. Le scénario qui recueille le plus de points devrait généralement être retenu.			
	<b>1<sup>er</sup> scénario</b>	<b>2<sup>e</sup> scénario</b>	<b>3<sup>e</sup> scénario</b>
<b>FAISABILITÉ TECHNIQUE</b>	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
Il s'agit d'évaluer la faisabilité technique de chaque scénario. Si le scénario n'est pas réalisable, celui-ci est immédiatement rejeté.			
<b>RÉPERCUSSIONS</b>	<b>1<sup>er</sup> scénario</b>	<b>2<sup>e</sup> scénario</b>	<b>3<sup>e</sup> scénario</b>
<b>RESSOURCES HUMAINES</b>			
▪ Disponibilité des ressources			
▪ Résistance face au changement			
▪ Formation			
<b>RESSOURCES MATÉRIELLES</b>			
▪ Disponibilité des ressources matérielles			
▪ Répercussions sur les systèmes existants et sur l'environnement de l'entreprise ou de l'organisme			
<b>RESSOURCES FINANCIÈRES</b>			
▪ Importance des coûts dans le contexte organisationnel			
▪ Importance des coûts récurrents annuels			
<b>DONNÉES</b>			
▪ Provenance des données			
▪ Transformation des données			
▪ Fiabilité des données			
▪ Transfert et circulation des données			
<b>AUTRES CRITÈRES</b>			
▪ Délais d'implantation			
▪ Bénéfices escomptés			
<b>NOTES</b>	<b>points</b>	<b>points</b>	<b>points</b>
<b>SCÉNARIO RETENUE :</b>			
<b>Commentaires</b>			
<b>On termine cette étape en décrivant schématiquement le système d'information.</b>			

<b>ÉTAPE 4 Conception des écrans</b>	
Il s'agit de définir les écrans en suivant la méthode itérative de développement incrémentiel.	
<b>Détermination des objectifs d'utilisabilité</b>	Définir des objectifs d'utilisabilité qui orienteront l'ensemble de la démarche.
▪ <b>La simplicité</b>	Retirer les informations inutiles.
▪ <b>Répercussions sur l'organisation</b>	Chercher à réduire les effets négatifs sur l'organisation.
▪ <b>La personnalisation</b>	Chercher à personnaliser le système d'information en fonction de chaque usager ou en fonction de chaque clientèle.
▪ <b>La flexibilité</b>	Développer le système d'information pour qu'il puisse évoluer.
▪ <b>La satisfaction des usagers</b>	Les usagers se sentent-ils à l'aise avec le système ?
▪ <b>Autres objectifs</b>	
<b>Prototype des écrans sur maquette papier</b>	Cette activité consiste à dessiner sur papier les différents écrans du système d'information. Des techniques de créativité peuvent être utilisées pour établir ces maquettes. On peut aussi procéder par entrevues et par sondages d'opinions afin de connaître les attentes de la clientèle. Une autre méthode consiste à analyser ce qui se fait ailleurs dans le but d'incorporer des idées intéressantes dans le système. En outre, il est recommandé de faire des design en collégialité avec un groupe d'usagers.
<b>Prototype des écrans avec des logiciels graphiques</b>	Lorsque les maquettes papier sont suffisamment à point, il s'agit de les transposer sur des écrans en utilisant les outils graphiques disponibles. Il faut comprendre ici que le but n'est pas de commencer à programmer l'application, mais plutôt de simuler l'apparence des écrans et les interactions possibles avec les usagers. Il est recommandé de faire des simulations préliminaires et de commencer à tester rapidement les écrans. Cette méthode permet de sauver beaucoup de temps en se concentrant sur l'ergonomie des interfaces. Pour évaluer les interfaces, il est approprié de suivre les standards et les méthodes reconnus. Ces évaluations peuvent aussi prendre la forme d'évaluations heuristiques et de tests empiriques avec des usagers. Il existe plusieurs guides et standards, notamment la norme ISO-9241 ( <i>Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals</i> ).
<b>ÉTAPE 5 Élaboration d'un prototype fonctionnel</b>	
Lorsque les écrans ont été vérifiés et validés, il s'agit de réaliser un prototype fonctionnel. Ce simulateur devrait se rapprocher le plus près possible de la réalité en utilisant des données réelles. Il faut également prendre le temps de bien tester et valider l'ensemble des fonctions du prototype.	
<b>ÉTAPE 6 Implantation du système</b>	
Lorsque tous les tests appropriés sont complétés, il s'agit d'implanter le système d'information et de procéder à nouveau aux tests d'usage. Puisqu'un système d'information est évolutif, il est toujours possible de l'améliorer. Il s'agit alors de recueillir la rétroaction des usagers afin d'apporter les améliorations souhaitées.	

## ANNEXE B

### ANALYSE ET CHOIX D'UN SCÉNARIO

CHOIX D'UN SCÉNARIO			
Il s'agit de comparer chaque scénario et de choisir celui qui apparaît le meilleur. Le scénario qui recueille le plus de points devrait généralement être retenu.			
	<b>1<sup>er</sup> scénario</b> 1. Saisie manuelle des données  2. Consultation interactive	<b>2<sup>e</sup> scénario</b> 1. Saisie manuelle des données  2. Consultation non interactive	<b>3<sup>e</sup> scénario</b> 1. Transfert automatique des données  2. Consultation non interactive
<b>FAISABILITÉ TECHNIQUE</b>	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON
Il s'agit d'évaluer la faisabilité technique de chaque scénario. Si un scénario n'est pas réalisable, celui-ci est immédiatement rejeté. Les trois scénarios envisagés sont réalisables.			
RÉPERCUSSIONS	1 <sup>er</sup> scénario	2 <sup>e</sup> scénario	3 <sup>e</sup> scénario
<b>RESSOURCES HUMAINES</b>			
Disponibilité des ressources <i>Les répercussions sont moindres pour le 3<sup>e</sup> scénario puisqu'il n'y a pas de saisie manuelle des données.</i>	10	10	15
Résistance face au changement <i>L'introduction d'un nouveau système risque d'entraîner une forte résistance au changement d'autant plus que ce sont des employés manuels qui effectuent la saisie des données. L'âge moyen de cette catégorie d'employés est de plus de 40 ans et la scolarité est généralement inférieure à la 5<sup>e</sup> secondaire.</i>	5	5	15
Formation	5	5	10
Risques d'erreurs <i>Les risques d'erreurs sont plus élevés dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> scénarios. Il y a des risques pour l'entrée des données et la compréhension du système.</i>	5	10	15
Entretien du système	5	8	12
<b>RESSOURCES MATÉRIELLES</b>			
Disponibilité des ressources matérielles	10	15	20

<i>Il n'y a pas actuellement d'écrans tactiles au ministère des Transports. Il s'agit donc d'une nouvelle technologie.</i>			
Répercussions sur les systèmes existants et sur l'environnement de l'entreprise ou l'organisme <i>Les répercussions des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> scénarios se feront surtout sentir dans l'environnement de travail.</i>	20	20	30
<b>RESSOURCES FINANCIÈRES</b>			
Importance des coûts dans le contexte organisationnel <i>Il faut prévoir des coûts de développement, d'entretien et de formation plus importants pour les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> scénarios.</i>	5	10	15
Importance des coûts récurrents annuels <i>Les coûts récurrents sont plus élevés dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> scénarios car il faudra prévoir des coûts de formation à chaque remplacement de personnel. Les coûts de transfert des données risquent aussi d'être plus élevés si l'on transfère quotidiennement un volume plus important de données.</i>	15	15	25
<b>DONNÉES</b>			
Provenance des données <i>On ajoutera des données dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> scénarios, alors que les données du 3<sup>e</sup> scénario proviennent des systèmes actuels. Les deux premiers scénarios sont plus complexes à mettre en pratique et la note est plus basse.</i>	8	8	10
Transformation des données <i>La transformation manuelle des données risque d'être plus complexe dans les deux premiers scénarios (p. ex., si l'on ajoute la direction des vents). Le 3<sup>e</sup> scénario prévoit la transformation des données existantes par des programmes informatiques.</i>	5	5	8
Fiabilité des données <i>Les données devraient être plus précises dans les deux premiers scénarios puisque les préposés pourront interagir avec les</i>	12	10	5

<i>patrouilleurs afin d'obtenir des informations supplémentaires (p. ex., Est-ce que les conditions s'améliorent dans telle direction ?).</i>			
Transfert et circulation des données	5	5	5
<b>AUTRES CRITÈRES</b>			
Délais d'implantation	0	0	0
Bénéfices escomptés	30	26	22
<b>NOTE</b>	<b>140</b>	<b>152</b>	<b>207</b>
<b>SCÉNARIO RETENU 3<sup>e</sup> scénario</b>			
<p><i>Le 3<sup>e</sup> scénario obtient la meilleure note, même s'il n'est pas celui qui offre le plus de bénéfices escomptés. Il n'aura aucun effet sur le travail des patrouilleurs et sur les préposés aux renseignements. Cette application permettra de répondre aux objectifs du projet en traduisant les données sous une forme graphique explicite et compréhensible par la population.</i></p> <p><i>Les deux autres scénarios sont intéressants parce qu'ils permettraient d'améliorer la qualité de l'information diffusée au grand public. Ces deux scénarios s'avèrent cependant difficiles à mettre en place dans le contexte du ministère.</i></p>			

## ANNEXE C

### QUELQUES EXEMPLES DU CODE SOURCE

#### CODE SOURCE AFFICHE MESSAGE 1

```
global message  
global trc1mx  
global tmpcnt
```

```
on exitFrame
```

```
  put " " into member "infolineA"  
  put " " into member "infolineB"
```

```
  put trc1mx into member("messagetemp")  
  set numberOfLines2 = the lineCount of member("messagetemp")
```

```
  if trc1mx = VOID then  
    go the frame +1  
  else  
    put line(tmpcnt) of trc1mx into member("infolineA")  
    put "" into member("infolineB")  
    put "" into member("infolineC")  
    set tmpcnt = tmpcnt+1  
    if tmpcnt-1 > numberOfLines2 then  
      go the frame +1  
    else  
      go previous  
    end if  
  end if  
end
```

**CODE SOURCE AFFICHE MESSAGE D'URGENCE**

```

global urg
global trc1x
global tmpcnt
global numberOflines2

on exitFrame
  set the visible of sprite 23 to false
  set the visible of sprite 24 to false
  set the visible of sprite 25 to false
  set the visible of sprite 26 to false

  put trc1x into member("urgencetemp")
  set numberOflines2 = the lineCount of member("urgencetemp")

  if trc1x = VOID then
    go the frame +1
  else
    put line(tmpcnt) of trc1x into member("infolineA")
    put "" into member("infolineB")
    put "" into member("infolineC")
    set tmpcnt = tmpcnt+1
    if tmpcnt-1 > numberOflines2 then
      go the frame +1
    else
      go previous
    end if
  end if
end

```

**CODE SOURCE AFFICHE URGENCE -METEO**

```

global hv3

on exitFrame me
  UrgenceMeteo "Rimouski et ses environs", hv3
end

```

**CODE SOURCE ANALYSE TRONÇON 16**

```

global trc16

on exitFrame
  Troncons "Matane • Baie-des-Sables (route 132)", "trc16", trc16, 12
end

```

**CODE SOURCE CAMION 14**

```
on exitFrame me
  global trc14
```

```
  Camion "trc14",trc14
```

**CODE SOURCE master movie**

```
global myfile
global myfile2
global myfile3
global myfile4
```

```
global bc
global bc2
global bc3
...
```

```
global hv2
global hv3
global nt
global nt2
global nt3
```

```
global trc1
global trc2
global trc3
global trc4
global trc5
....
```

```
global trc19
global trc20
global trc21
global trc22
global trc23
global trc24
...
global trc31
global trc32
global trc33
global trc34
```

```
global urg
global message
```

```
on prepareMovie
  cursor 200
```

```

    init ()
end prepareMovie

on idle
    put the short date into member "date"
    put the long time into member "heure"
end

on dayOfWeek ()
    -- Convert a date object into a weekday : Monday = 1, Sunday = 7

    dateParam=(the systemDate)
    referenceDate=date(1905,1,2) --This is a Monday

    case ((dateParam - referenceDate) mod 7) +1 of
        1 : jour = "lundi"
        2 : jour = "mardi"
        3 : jour = "mercredi"
        4 : jour = "jeudi"
        5 : jour = "vendredi"
        6 : jour = "samedi"
        7 : jour = "dimanche"
    end case

    return jour
end

on stopMovie
    -- sauvegarde pour que les dernier données soit sauvegarder
    saveMovie the moviePath & the movieName
end stopMovie

on init()
    -- initialise a vec les donnes de chaque fichier
    -- clearGlobals

    global tmpcnt
    -- reset le nb ligne de texte dans message
    tmpcnt = 1

    -- meteo
    set chemin = "meteo_bslg.txt"
    set myfile = new(xtra "fileio")
    if myfile.objectP = VOID then
        -- alert "unable to instanciate fileio"
        exit
    end if
    openFile (myfile, chemin, 0)
    set errorstatus = status(myfile)
    if errorstatus then
        -- alert "could not open file:"&error (myfile, errorstatus)
    end if
end init

```

```

-- exit
else

-- section meteo
-- gaspe
set bc = readword (myfile)
set bc2 = readword (myfile)
set bc3 = readword (myfile)

-- carleton
set ch = readword (myfile)
set ch2 = readword (myfile)
set ch3 = readword (myfile)

-- rimouski
set si = readword (myfile)
set si2 = readword (myfile)
set si3 = readword (myfile)

-- rivereduloup
set hv = readword (myfile)
set hv2 = readword (myfile)
set hv3 = readword (myfile)

-- quebec
set nt = readword (myfile)
set nt2 = readword (myfile)
set nt3 = readword (myfile)

end if

set chemin = "routes_bslg.txt"
set myfile2 = new(xtra "fileio")
if myfile2.objectP = VOID then
-- alert "unable to instanciate fileio"
exit
end if
openFile (myfile2, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile2)
if errorstatus then
-- alert "could not open file:"&error (myfile2, errorstatus)
-- exit
else
-- troncon de route
set trc1 = readword (myfile2)
set trc2 = readword (myfile2)
set trc3 = readword (myfile2)
set trc4 = readword (myfile2)
set trc5 = readword (myfile2)
set trc6 = readword (myfile2)
set trc7 = readword (myfile2)

```

```

set trc8 = readword (myfile2)
set trc9 = readword (myfile2)
set trc10 = readword (myfile2)

....

set trc29 = readword (myfile2)
set trc30 = readword (myfile2)
set trc31 = readword (myfile2)
set trc32 = readword (myfile2)
set trc33 = readword (myfile2)
set trc34 = readword (myfile2)
end if

-- lecture du fichier d'urgence
set chemin = "urgences_bslg.txt"
set myfile3 = new(xtra "fileio")
if myfile3.objectP = VOID then
  -- alert "unable to instanciate fileio"
  exit
end if
openFile (myfile3, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile3)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile3, errorstatus)
  -- exit
else
  -- update les information
  set urg = readfile (myfile3)
end if

-- message generale
set chemin = dayOfWeek () & "_bslg.txt"
set myfile4 = new(xtra "fileio")
if myfile4.objectP = VOID then
  alert "unable to instanciate fileio"
  exit
end if
openFile (myfile4, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile4)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile4, errorstatus)
  -- exit
else
  -- texte message
  set message = readfile (myfile4)
end if

closefile (myfile)

```

```
closefile (myfile2)
closefile (myfile3)
closefile (myfile4)
```

```
end
```

### **CODE SOURCE pour l'application de la région Bas-St-Laurent Gaspésie**

```
*****
```

Le programme lit les données de 4 fichiers

```
meteo_bslg.txt,
routes_bslg.txt,
urgences_bslg.txt et
jour de la semaine_bslg.txt
```

Les données sont copiées dans des variables et les informations affichées à l'écran sont en fonction des données inscrites dans ces variables.

```
*****
```

```
global myfile
global myfile2
global myfile3
global myfile4
```

```
-- Variables météos
```

```
global bc
global bc2
...
global nt
global nt2
global nt3
```

```
-- Variables pour les tronçons
```

```
global trc1
global trc2
...
global trc20
global trc21
global trc22
global trc23
global trc24
```

```

global trc25
global trc26
global trc27
global trc28
global trc29
global trc30
global trc31
global trc32
global trc33
global trc34

global urg
global message

on prepareMovie
  cursor 200
  init ()
end prepareMovie

on idle
  put the short date into member "date"
  put the long time into member "heure"
end

on dayOfWeek ()
  -- Convert a date object into a weekday : Monday = 1, Sunday = 7

  dateParam=(the systemDate)
  referenceDate=date(1905,1,2) --This is a Monday

  case ((dateParam - referenceDate) mod 7) +1 of
    1 : jour = "lundi"
    2 : jour = "mardi"
    3 : jour = "mercredi"
    4 : jour = "jeudi"
    5 : jour = "vendredi"
    6 : jour = "samedi"
    7 : jour = "dimanche"
  end case

  return jour
end

on stopMovie
  -- sauvegarde pour que les dernier données soit sauvegarder
  saveMovie the moviePath & the movieName
end stopMovie

on init()
  -- initialise a vec les donnes de chaque fichier
  -- clearGlobals

```

```

global tmpcnt
-- reset le nb ligne de texte dans message
tmpcnt = 1

-- meteo
set chemin = "meteo_bslg.txt"
set myfile = new(xtra "fileio")
if myfile.objectP = VOID then
  -- alert "unable to instanciate fileio"
  exit
end if
openFile (myfile, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile, errorstatus)
  -- exit
else

  -- section meteo
  -- gaspe
  set bc = readword (myfile)
  set bc2 = readword (myfile)
  set bc3 = readword (myfile)

  -- carleton
  set ch = readword (myfile)
  set ch2 = readword (myfile)
  set ch3 = readword (myfile)

  -- rimouski
  set si = readword (myfile)
  set si2 = readword (myfile)
  set si3 = readword (myfile)

  -- rivereduloup
  set hv = readword (myfile)
  set hv2 = readword (myfile)
  set hv3 = readword (myfile)

  -- quebec
  set nt = readword (myfile)
  set nt2 = readword (myfile)
  set nt3 = readword (myfile)

end if

set chemin = "routes_bslg.txt"
set myfile2 = new(xtra "fileio")
if myfile2.objectP = VOID then
  -- alert "unable to instanciate fileio"
  exit

```

```

end if
openFile (myfile2, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile2)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile2, errorstatus)
  -- exit
else
  -- troncon de route
  set trc1 = readword (myfile2)
  set trc2 = readword (myfile2)
.....
  set trc33 = readword (myfile2)
  set trc34 = readword (myfile2)
end if

-- lecture du fichier d'urgence
set chemin = "urgences_bslg.txt"
set myfile3 = new(xtra "fileio")
if myfile3.objectP = VOID then
  -- alert "unable to instanciate fileio"
  exit
end if
openFile (myfile3, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile3)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile3, errorstatus)
  -- exit
else
  -- update les information
  set urg = readFile (myfile3)
end if

-- message general au début de chaque écran et en fonction de la journée de la semaine
set chemin = dayOfWeek () & "_bslg.txt"
set myfile4 = new(xtra "fileio")
if myfile4.objectP = VOID then
  alert "unable to instanciate fileio"
  exit
end if
openFile (myfile4, chemin, 0)
set errorstatus = status(myfile4)
if errorstatus then
  -- alert "could not open file:"&error (myfile4, errorstatus)
  -- exit
else
  -- texte message
  set message = readFile (myfile4)
end if

-- on ferme les fichiers

```

```

closefile (myfile)
closefile (myfile2)
closefile (myfile3)
closefile (myfile4)

```

```
end
```

### CODE SOURCE script animation tronçons

```

*****
Code source qui indique les messages à afficher en fonction du lexique des états de la chaussée et de la météo.
*****

```

```
on UrgenceMeteo region, niveau
```

```
case niveau of
```

```

"":
  put " " into member("infolineA")
  put " " into member("infolineB")
  return

```

```

"0":
  put " " into member("infolineA")
  put " " into member("infolineB")
  return

```

```

"1": put "Avertissement de tempête hivernale en vigueur" into member("infolineB")
"2": put "Avertissement de blizzard en vigueur" into member("infolineB")

```

```

....
"10":put "Avertissement de pluie abondante en vigueur" into member("infolineB")
"11":put "Avertissement de vents violents en vigueur" into member("infolineB")
"12":put "Avertissement de froid intense en vigueur" into member("infolineB")
end case

```

```
put region into member("infolineA")
```

```
end
```

```
on Troncons nomtroncons, route, gTrc, layer
global tmpcnt
```

```

put " " into member("infolineA")
put " " into member("infolineB")
put " " into member("infolineC")

```

```

-- nombre de ligne de message urgence
tmpcnt = 1

```

```

-- cette procedure analyse le troncons et fais afficher les texte et les éléments
member("infolineC").text = nomtroncons

```

```

-- valide le code de troncons
if length(gTrc) < 1 then etat = "ND"

-- verifie si on a un code de visibilite
if offset("V",gTrc) then
  -- si on a un code
  visibilite = chars(gTrc, offset("V",gTrc)+1, length(gTrc))
  put visibilite
  etat = chars(gTrc, 1, offset("V",gTrc)-1)
else
  -- si on a pas indiquer la visibilite valeur par default
  visibilite = "ND"
  etat = gTrc
end if

-- Valide pour interdit au camion

if offset("I",etat) then etat = chars(gTrc, 1, offset("I",gTrc)-1)
if offset("In",etat) then etat = chars(gTrc, 1, offset("In",gTrc)-1)
if offset("Is",etat) then etat = chars(gTrc, 1, offset("Is",gTrc)-1)
if offset("Ie",etat) then etat = chars(gTrc, 1, offset("Ie",gTrc)-1)
if offset("Io",etat) then etat = chars(gTrc, 1, offset("Io",gTrc)-1)

case etat of
  "D" :
    put "Chaussée dégagée" into member("infolineA")
    sprite(layer).member = member (route&"-D")

  "PD" :
    put "Chaussée partiellement dégagée" into member("infolineA")
    sprite(layer).member = member (route&"-PD")

  "DPD" :
    put "Chaussée dégagée à partiellement dégagée" into member("infolineA")
    sprite(layer).member = member (route&"-PD")

```

ainsi de suite....

## **ANNEXE D**

### **QUESTIONNAIRE**

#### **Entrevue avec un préposé aux renseignements sur l'état des routes**

1- Depuis combien d'années fait-il ce travail ?

Ce préposé travaille au MTQ depuis le milieu des années 1970, soit une vingtaine d'années.

2- En quoi consiste ce travail ?

Il s'agit de colliger les informations qui proviennent des entrepreneurs et patrouilleurs sur le réseau routier, et de compléter les rapports correspondants. Il faut également saisir les données dans le système provincial du MTQ, peser le sel et les abrasifs, appeler les entrepreneurs au besoin, répondre au téléphone, etc.

3- Quelles sont les principales difficultés liées à ce travail ?

Le travail sur cédule, les longues périodes de travail, le suivi des entrepreneurs, les validations d'informations, la pression engendrée par le sentiment de responsabilité face à l'état du réseau, les tâches multiples à accomplir lors des tempêtes.

- 4- Est-ce qu'il serait possible d'apprendre et d'opérer un nouveau système d'information (en plus de celui qui est utilisé présentement) ?

La charge de travail est déjà élevée et il serait risqué d'inclure des tâches supplémentaires spécialisées. En outre, certains employés apprennent rapidement, alors que pour d'autres préposés, cela serait probablement trop complexe.

- 5- Quelles sont les questions les plus fréquentes du public liées aux conditions routières ?

Ils essaient de prévoir les conditions routières pour les prochaines heures. Ils demandent par exemple, si les conditions routières vont en s'améliorant ou en se détériorant en fonction de la direction. Ils veulent vérifier s'ils peuvent se rendre sans problème à tel endroit, s'il y a des secteurs plus dangereux que d'autres, si la déneigeuse a passé, etc.

L'entrevue s'est terminée par une visite des lieux et une démonstration exhaustive du système d'information utilisé par le MTQ.

## **ANNEXE E**

### **Test d'utilisabilité après l'implantation du système**

L'implantation d'un système d'information est une étape cruciale pour le succès d'un nouveau service à la population. C'est à ce moment que le client peut véritablement apprécier le service à sa juste valeur. En conséquence, il est primordial de valider le fonctionnement impeccable du système en plus de s'assurer de la bonne compréhension des messages qui y sont présentés.

Le test d'utilisabilité est très efficace et peu coûteux et s'insère dans le cadre du processus d'amélioration continue. En effet, il est pratiquement impossible de concevoir un design parfait au premier essai et cette méthode permet d'améliorer le système grâce à des itérations successives.

Ce test requiert la présence d'un observateur avisé sur le terrain pour être en mesure d'apprécier et d'étudier la compréhension et les réactions des utilisateurs vis-à-vis les informations affichées à l'écran. L'analyse en profondeur de ces renseignements permettra d'améliorer le système et le cas échéant d'accroître la satisfaction de la clientèle.

Il faut cependant comprendre que plusieurs simulations ont été effectuées au cours des étapes de développement et il ne s'agit pas ici de tout remettre en question. L'objectif est d'identifier les corrections mineures qui ont des impacts sur la qualité du service. Par exemple, un déplacement de l'écran ou l'ajout d'un écran supplémentaire pourrait régler un

problème de visibilité ou de reflets dans l'écran. En outre, un test d'utilisabilité n'est pas une étude de marché et il n'est pas nécessaire d'interviewer des centaines de personnes pour collecter ces renseignements.

### **Phase 1 - Collecte des renseignements**

L'observateur se rend sur le navire et se positionne à quelques mètres de l'écran de façon à bien percevoir les réactions et les commentaires des utilisateurs. Il commence par observer passivement les utilisateurs et il note leurs réactions. Pour ne pas influencer les utilisateurs, il ne fait que regarder et écouter tout en restant à l'écart. Par la suite, il demande aux utilisateurs de commenter la présentation en s'aidant d'un questionnaire. Ce dernier n'est en fait qu'un outil visant à amener l'utilisateur à s'exprimer plus facilement. Ce questionnaire est annexé. Il est important de mettre les gens à l'aise en les informant qu'il n'y a pas de mauvaise réponse. Il est préférable de poser des questions ouvertes afin d'éviter de biaiser les réponses (ex : Qu'est-ce que vous pensez de cet affichage ? Que suggérez-vous ?). D'autres renseignements devraient être obtenus en discutant avec les employés du navire. Grâce à leur relation quotidienne avec la clientèle, ils peuvent détenir des informations précieuses susceptibles d'éclairer l'observateur sur les améliorations potentielles à mettre en oeuvre.

**Phase 2 - Bilan**

Il s'agit de faire la compilation des résultats et d'identifier quelles améliorations auront le plus d'impact tout en exigeant le moins d'effort à réaliser (théorie du 80-20). Cette approche permet d'implanter le plus rapidement possible les améliorations les plus simples à réaliser.

**Phase 3 Tra au d'améliorations moyen terme**

Cette phase se déroule en laboratoire où sont réalisées les modifications au système. C'est dans ce laboratoire que devra se présenter, à quelques reprises, un groupe restreint (3) d'utilisateurs ayant pour tâche de valider les modifications apportées au système. Cette façon de faire est recommandée afin de mieux cibler les modifications et de réduire les coûts de développement informatique, tout en s'inscrivant dans une perspective d'amélioration continue.

## **DÉROULEMENT DU TEST**

### **1. Observations passives**

- Faire une observation passive sans influencer les utilisateurs.
- Noter les commentaires et réactions des utilisateurs.

### **2. Observations avec interaction**

- Faire parler les utilisateurs pour qu'ils expriment leurs impressions durant la présentation.
- Poser des questions ouvertes.
- Interviewer un éventail représentatif des utilisateurs (hommes et femmes).
  - jeunes (30 ans et moins) ;
  - voyageurs plus âgés (45 ans et plus) ;
  - personnes de l'âge d'or ;
  - camionneurs ;
  - travailleurs qui voyagent régulièrement ;
  - touriste du Québec ;
  - touriste de l'extérieur du Québec ;
  - résidents des régions de la Côte-Nord ou de la Gaspésie.

## **QUESTIONNAIRE**

### **1. Emplacement de l'écran**

Est-ce que l'écran est bien localisé sur le navire, est-il facilement accessible ?

Est-ce que plusieurs personnes peuvent regarder en même temps ?

Est-il trop éloigné ou trop haut ?

Est-ce que les usagers peuvent modifier les ajustements ?

### **2. Grosseur de l'écran**

Est-ce que l'écran est d'une bonne taille ?

### **3. Les couleurs et contrastes**

Est-ce qu'il y a des reflets sur l'écran ?

Est-ce qu'il y a des reflets en fonction de l'heure du jour ou de la période de l'année ?

Est-ce que les couleurs offrent un bon contraste ?

### **4. Grosseur et couleur des caractères**

Est-ce que les couleurs et les caractères sont faciles à distinguer ?

### **5. Vitesse de déroulement**

Est-ce que le déroulement de la présentation est satisfaisant ?

**6. Horaire des présentations**

Est-ce que les horaires sont bien adaptés pour les utilisateurs ?

**7. Quantité d'information**

Est-ce qu'il y a trop d'information ?

Est-ce qu'il manque des informations ?

**8. Qualité de l'information**

Est-ce que les informations sont pertinentes ?

**9. Préférences**

Quelles sont les caractéristiques les mieux appréciées par les utilisateurs ?

**10. Informations inutiles**

Est-ce qu'il y a des informations non pertinentes ou inutiles ?

**11. Suggestions**

Qu'est-ce qui pourrait améliorer la qualité de la présentation ?