

DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE COMMANDE À DISTANCE POUR LES INSTALLATIONS D'ÉLIMINATION DE LA NEIGE UTILISANT LES TRANSMISSIONS SANS FIL PAR PAQUETS

Hiroshi NAKAJIMA*, Shuichi KOMADA* , Masaru KITAURA**, Akira MURATA**

*Service des Travaux publics de la préfecture d'Ishikawa
2-1-1, Hirosaka, Kanazawa, Préfecture d'Ishikawa
Tél. +81-76-223-9290 Fax.+81-76-233-9465

*Département Génie civil et construction, Faculté de technologie de l'Université de Kanazawa
40-20, 2-chome, Kodatsuno, Kanazawa, Préfecture d'Ishikawa
Tél.+81-76-234-4635 Fax.+81-76-234-4644

1. Avant-propos

(1) Présentation de la préfecture d'Ishikawa

La préfecture d'Ishikawa est située dans la partie centrale de l'île principale de Honshu, le long de la Mer du Japon. Elle est bordée à l'est par la préfecture de Toyama, au sud-est par la préfecture de Gifu et au sud par la préfecture de Fukui et donne sur la Mer du Japon au nord et à l'ouest. Elle a une forme géographique allongée, s'étendant sur 200 km environ du sud-ouest au nord-est, et se divise en deux grandes régions, celle de Kaga formée par le pied de la montagne Hakusan et par la plaine de Kanazawa, et celle de Noto, péninsule avançant dans la Mer du Japon.

Le bureau des Travaux publics de Nanao, qui s'est chargé cette fois-ci de la gestion des installations d'élimination de la neige avec transmission sans fil par paquets, est situé environ au centre de la région de Noto, face à la baie de Toyama à l'est, un endroit prospère qui abritait la capitale de ce que l'on appelait autrefois le pays de Noto. Nanao, ville principale du territoire sous le contrôle du bureau des Travaux publics, occupe une position centrale dans la région de Noto.



Figure 1. Emplacement de la ville de Nanao

(2) Climat de la préfecture d'Ishikawa

La préfecture d'Ishikawa jouit d'un climat typique de la Mer du Japon, climat tempéré par l'influence du courant chaud de Tsushima s'écoulant le long du littoral. En hiver toutefois, les précipitations sont importantes, du fait des vents saisonniers de nord-ouest provenant de la masse d'air froid de Sibérie, et sont comprises entre 2000 et 3000 mm puisqu'elles comprennent beaucoup de chutes de neige. La préfecture d'Ishikawa dans son ensemble a été classifiée en tant que région de fort enneigement et une ville ainsi que 5 villages situés au pied de la montagne Hakusan ont été désignés en tant que région de particulièrement fort enneigement.

L'enneigement de la région de Noto est relativement peu important, comparé à celui de la région de Kaga, et dans le territoire placé sous le contrôle du bureau des Travaux publics de Nanao, la hauteur maximum d'enneigement relevée récemment a été de 20 à 30 cm, en raison de la tendance à des hivers cléments durant ces dernières années.

(3) Aménagement des installations d'élimination de la neige de la préfecture d'Ishikawa

Des installations d'élimination de la neige ont été aménagées sur 126 routes, 336 emplacements, à savoir sur une longueur totale $L = 302,8$ km dans la préfecture d'Ishikawa en l'année fiscale 2000. Le bureau des Travaux publics de Nanao effectue la gestion des installations d'élimination de la neige sur 16 routes, 32 emplacements, sur une longueur totale $L = 19,8$ km. Le système de commande à distance pour les installations d'élimination de la neige avec transmissions sans fil par paquets a été mis en place pour les installations d'élimination de la neige de 28 de ces emplacements.

La demande pour la mise en place de ces installations d'élimination de la neige est très pressante dans la préfecture d'Ishikawa qui prévoit l'aménagement d'environ 10 km par an. Toutefois, l'augmentation des dépenses pour la prise des eaux souterraines ainsi que pour les frais de gestion et d'entretien restait un problème à résoudre à l'avenir. Dans ce contexte, l'application du système de commande à distance utilisant les transmissions sans fil par paquets a rendu possible non seulement le fonctionnement et la gestion par ordinateur, mais également le traitement des données – comme par exemple la totalisation des résultats – et a ainsi aidé à restreindre les volumes d'eaux souterraines utilisées.

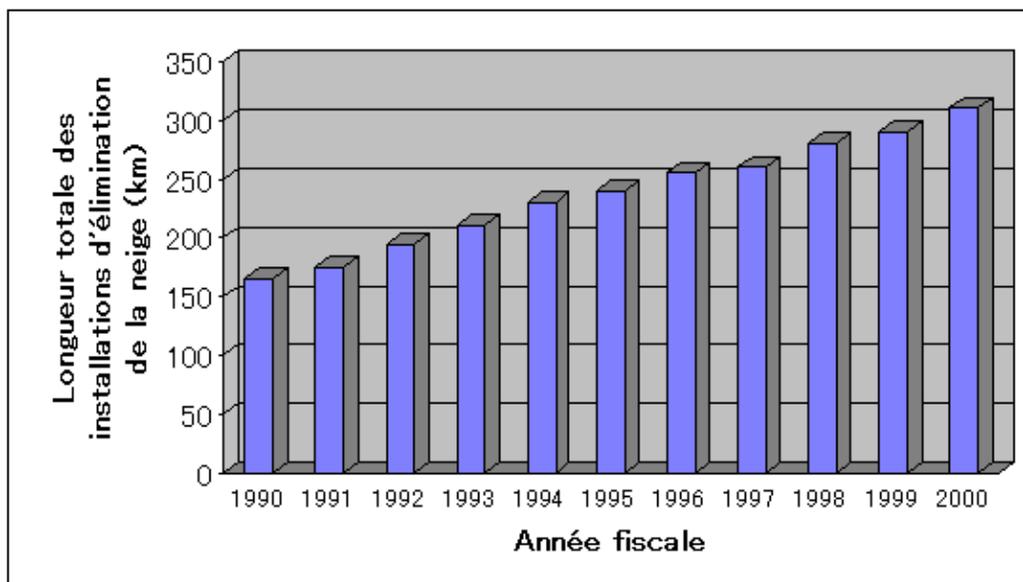


Figure 2. Evolution de la longueur totale des installations d'élimination de la neige dans la préfecture d'Ishikawa

2. Mesures destinées au système pour la neige (système d'informations sur l'état d'enneigement) dans la préfecture d'Ishikawa

La préfecture d'Ishikawa étant l'une des régions les plus enneigées du Japon, l'enneigement pendant l'hiver a une influence considérable sur la vie quotidienne, les industries et l'économie. En tenant compte de ces circonstances, la préfecture d'Ishikawa s'est fixé pour objectif d'assurer la fluidité de la circulation pendant l'hiver et de construire des routes résistantes à la neige et elle s'est engagée à cet effet dans la réalisation d'un système d'informations basé sur des données en temps réel (figure 3). Les informations sont regroupées grâce à des compteurs ultrasoniques de hauteur d'enneigement (ci-après dénommés détecteurs de hauteur d'enneigement) et à des caméras de surveillance des routes, installés dans des stations d'observation de l'enneigement, les informations ainsi obtenues servant à l'intervention rapide pour le déneigement ainsi que pour assurer la fluidité du trafic routier. En outre, ces informations étant très largement transmises aux usagers des routes, elles permettent de prévenir les accidents à l'avance.

La préfecture d'Ishikawa a commencé à effectuer l'observation des volumes de neige par détecteurs de hauteur d'enneigement à partir de l'année fiscale 1992. A l'origine, dix (10) de ces détecteurs ont été installés dans le territoire placé sous le contrôle du bureau des Travaux publics de Tsurugi – en charge du contrôle de la région du pied de la montagne Hakusan – et ont été utilisés en tant qu'informations quantitatives pour les interventions de déneigement. Ces détecteurs ont été mis en place progressivement dans l'ensemble du territoire de la préfecture à partir de l'année fiscale 1992 et des observations sont actuellement effectuées à partir de 47 détecteurs qui servent d'éléments de décision pour effectuer rapidement les travaux de déneigement. En outre, l'état des routes a été identifié grâce à l'utilisation de caméras de surveillance des routes à partir de 1999 et ces informations, associées à celles des détecteurs, ont permis de procéder encore plus rapidement aux opérations de déneigement. A l'heure actuelle, 25 caméras de surveillance des routes sont installées sur l'ensemble du territoire de la préfecture afin d'identifier l'état des routes. Le nombre de caméras sera augmenté dans les stations d'observation situées sur les routes principales à l'avenir afin d'obtenir des informations encore plus détaillées sur l'état des routes. En ce qui concerne le système de commande à distance des installations d'élimination de la neige utilisant les eaux souterraines et les eaux des rivières, des mesures ont commencé à être prises à partir de l'année fiscale 1978 afin d'augmenter la rapidité des opérations des installations d'élimination de la neige. Le système de commande à distance des installations d'élimination de la neige par transmission sans fil par paquets a été introduit en l'année fiscale 1999 par le bureau des Travaux publics de Nanao, et la mise en place à l'avenir de ce système dans l'ensemble de la préfecture est actuellement à l'étude. Pour ce qui est des nouvelles mesures prises récemment, un système d'emploi et de gestion des chasse-neige équipés de cartes à circuits intégrés a été appliqué à partir de l'année fiscale 2000, système qui permet de procéder de manière plus rapide et plus précise aux opérations de comptabilité des frais de déneigement. Par ailleurs, des informations sont en outre distribuées et présentées sur Internet. Des informations sur les observations ainsi que des images fixes par caméra (état des routes) sont ainsi présentées toutes les heures juste. Toutefois, en pendant l'année fiscale 2000, seules les informations sur les routes départementales ont été transmises et, à partir de 2001, la mise en réseau des informations de la préfecture devrait être réalisée grâce à la liaison avec les informations sur les routes nationales placées sous le contrôle de la nation.

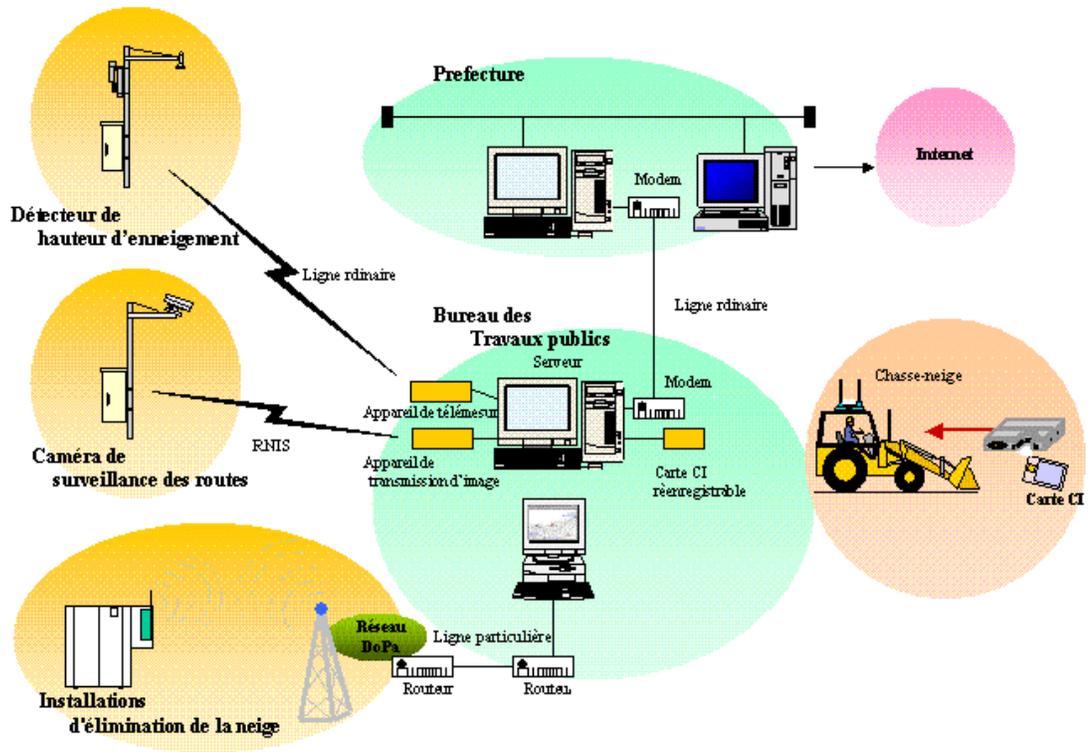


Figure 3. Composition du système actuel d'information sur la hauteur d'enneigement de la préfecture d'Ishikawa

3. Application des transmissions sans fil par paquets

(1) Historique de l'application

Jusqu'à présent les installations d'élimination de la neige étaient soit contrôlées manuellement en site pour le démarrage et l'arrêt, soient commandées à distance par ligne téléphonique, en utilisant des lignes particulières par exemple. Récemment, c'est la commande par ligne téléphonique qui est principalement utilisée. Toutefois, en raison de l'augmentation de ces installations d'élimination de la neige, il est non seulement nécessaire de prévoir un espace important pour la mise en place, dans les bureaux des Travaux publics, des tableaux de commande destinés aux appareils de télécommande utilisant les lignes particulières, mais il faut constater une augmentation constante des tarifs d'utilisation du réseau téléphonique. Il s'est donc avéré nécessaire de développer, en modifiant les moyens de transmission, un nouveau système ayant pour objectif une économie de l'espace et une diminution des tarifs téléphoniques. La réalisation d'un système utilisant les infrastructures très développées ces dernières années en raison de la propagation des transmissions mobiles, comme le téléphone portable, présentait des désavantages considérables sur le plan des tarifs d'utilisation des lignes téléphoniques dans le cadre du service de transmission sans fil traditionnel. Toutefois, ce problème des tarifs d'utilisation des lignes téléphoniques a pu être résolu grâce au service de transmission sans fil par paquets.

Dans ce service, les trois conditions suivantes conviennent parfaitement aux opérations de commande à distance des installations d'élimination de la neige :

- ① il s'agit d'un service pour la transmission à des équipements en déplacement ;
- ② le prix par paquet est peu élevé, et
- ③ en cas de faible quantité d'utilisation et lorsque les installations utilisatrices sont nombreuses, il présente des avantages sur le plan des tarifs par rapport aux lignes particulières.

Nous avons donc procédé à la réalisation d'un système utilisant les transmissions sans fil par paquets dans le but d'une économie d'espace et d'une réduction des tarifs d'utilisation des lignes téléphoniques. La figure 4 présente une comparaison entre les coûts d'exploitation des transmissions. Dans le cas de la commande à distance par ligne particulière, ces coûts correspondant au nombre d'installations multiplié par le tarif d'utilisation de la ligne particulière, ils augmentent de manière linéaire avec l'augmentation du nombre d'installations. En revanche, en cas d'utilisation des transmissions sans fil par paquets, s'il est absolument nécessaire de prendre en charge les tarifs d'utilisation pour une ligne particulière en tant que coût initial, étant donné que les tarifs de la ligne par installation sont peu élevés, les coûts d'exploitation diminuent si l'on utilise les transmissions par paquets lorsqu'il y a un certain nombre d'installations.

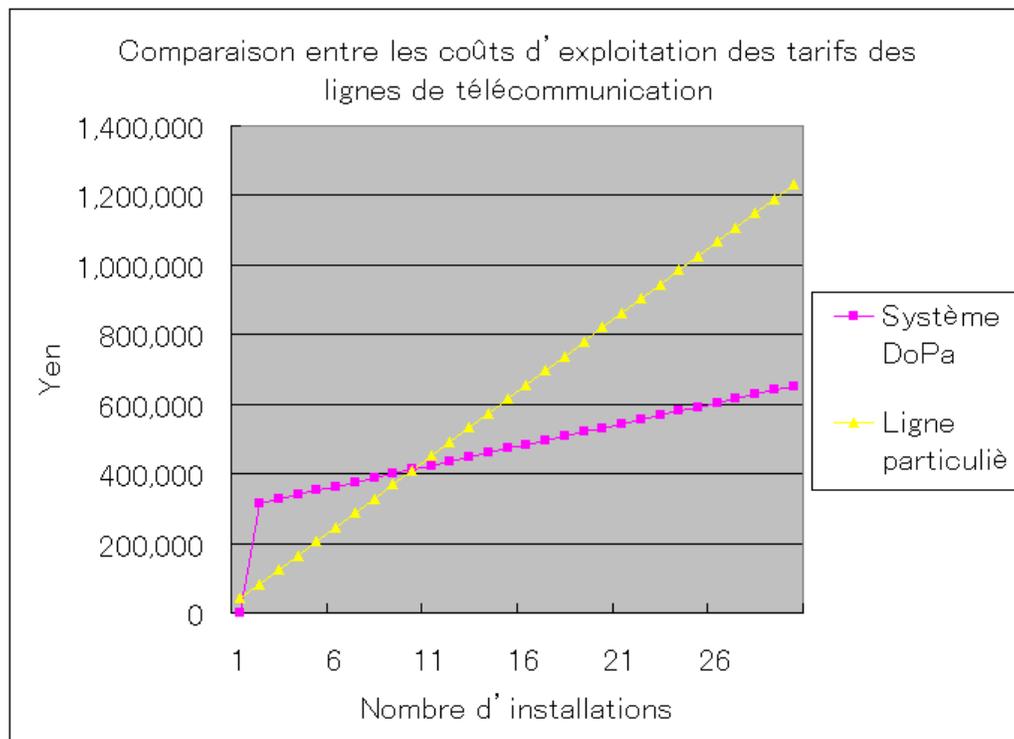


Figure 4. Comparaison entre les coûts d'exploitation

(2) Description du système

La composition en réseau de la figure 5 est tout d'abord présentée pour la description du système.

Le protocole TCP/IP a été utilisé comme moyen de transmission. Du côté des installations d'élimination de la neige (ci-après dénommées stations locales) une adresse privée qui correspond à une adresse de réseau fermée est attribuée, et chacune des stations locales ainsi que le réseau de transmission sans fil par paquets sont en connexion permanente par l'intermédiaire du réseau sans fil par paquets. Les appareils du bureau des Travaux publics (ci-après dénommé station principale) et le côté réseau sans fil par paquets effectuent les communications par l'intermédiaire d'une ligne particulière de communication entre les

routeurs. Pour donner une image globale, le réseau se compose d'une station principale communiquant par réseau longue distance (WAN) avec les différents équipements du réseau local (LAN) du côté des installations.

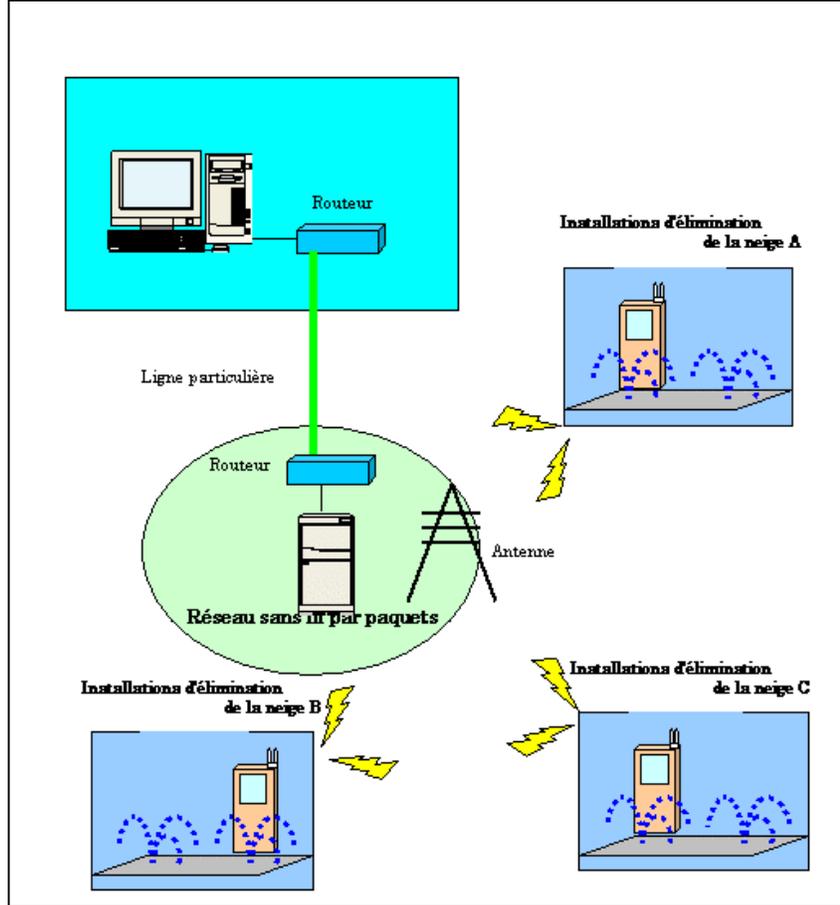


Figure 5. Composition du réseau

Le logiciel des opérations est ensuite présenté. Comme le montre la figure 6, une interface usager utilisant une carte a été employée afin de présenter facilement les emplacements de chacune des installations d'élimination de la neige, l'état des pannes et du fonctionnement dans chacun des points de surveillance. Il est également possible d'imprimer différents types de feuilles de relevés et de confirmer ainsi la gestion des opérations, les quantités d'électricité utilisées ainsi que les volumes d'eau utilisées par les installations (figure 7). Il est ainsi possible de procéder à une exploitation appropriée de ces installations et de vérifier l'eau d'arrosage, et ce logiciel présente donc des fonctions avantageuses dans le contexte actuel où se pose le problème de l'affaissement des sols.

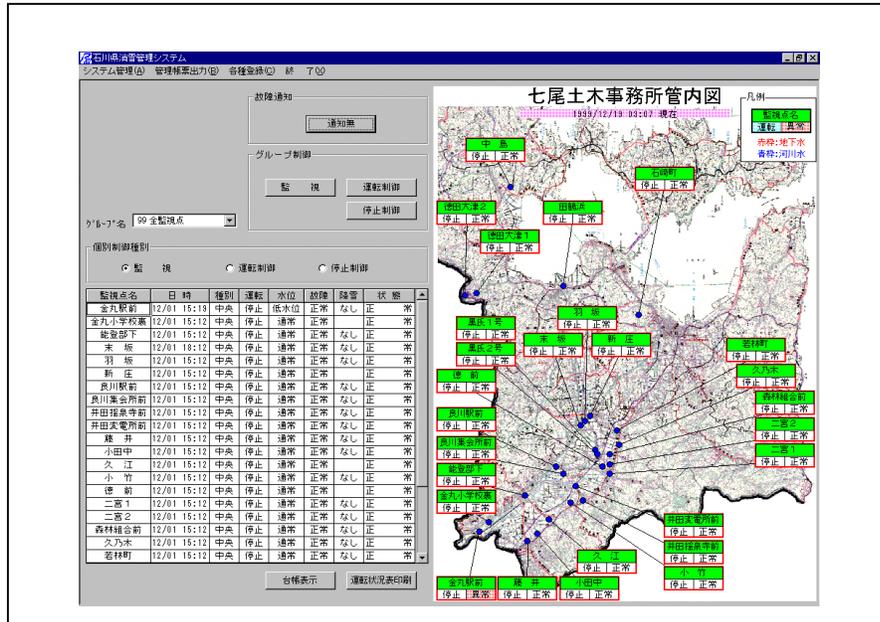


Figure 6. Image de l'écran du logiciel des opérations

*** 消費施設稼働月報 ***

平成12年10月25日作成 Page 1

| 監視点名 | 水取設備 | | | 水取小中設備 | | | 排水設備 | | |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|---------|
| | 運転回数 | 稼働時間 | 稼働量 | 運転回数 | 稼働時間 | 稼働量 | 運転回数 | 稼働時間 | 稼働量 |
| 1 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 2 | 2 | 3.25 | 246.0 | 3 | 2.21 | 138.1 | 2 | 3.24 | 306.0 |
| 3 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 4 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 5 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 6 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 7 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 8 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 9 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 10 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 11 | 1 | 3.89 | 301.4 | 1 | 2.39 | 153.4 | 1 | 3.36 | 327.0 |
| 12 | 1 | 3.48 | 277.2 | 1 | 3.51 | 289.3 | 1 | 3.48 | 333.0 |
| 13 | 1 | 2.59 | 164.4 | 0 | 0.00 | 0.0 | 2 | 2.99 | 181.5 |
| 14 | 1 | 4.16 | 307.2 | 1 | 4.13 | 247.9 | 1 | 4.12 | 373.0 |
| 15 | 1 | 3.13 | 231.6 | 1 | 3.21 | 196.9 | 1 | 3.20 | 300.0 |
| 16 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 17 | 1 | 2.28 | 175.2 | 1 | 2.26 | 143.0 | 1 | 2.21 | 220.5 |
| 18 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 19 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 20 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 21 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 22 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 23 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 24 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 25 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 26 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 27 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 28 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 合計 | 8 | 23.48 | 1773.8 | 11 | 22.51 | 1343.5 | 10 | 24.30 | 2326.0 |
| 累計 | 29 | 118.10 | 8500.0 | 30 | 108.51 | 6459.1 | 31 | 121.10 | 10500.0 |
| | | | | | | | 41 | 141.20 | 13751.1 |

Figure 7. Image d'une feuille de relevé (volume de prise d'eau)

(3) Caractéristiques du système

Les quatre éléments suivants peuvent être présentés en tant que caractéristiques du système.

- 1) possibilité d'intervention rapide en cas de panne grâce à la surveillance à distance
- 2) économie des eaux d'évacuation par exemple
- 3) possibilité d'arrosage uniforme
- 4) coûts de transmission relativement faibles comparés à ceux de la commande à distance ordinaire.

4. Effets des transmissions sans fil par paquets

Le système décrit dans le présent rapport possède des avantages certains sur le plan des coûts pour la commande et la surveillance à distance de plusieurs emplacements, en comparaison avec l'utilisation des lignes particulières traditionnelles, comme le montre la figure 4. L'utilisation de la transmission par protocole TCP/IP pour la commande et la surveillance à distance permet d'effectuer avec une très grande flexibilité l'extension des équipements et il est possible de prévoir une économie d'espace particulièrement importante par rapport aux lignes particulières (figure 8).



Figure 8. Image des opérations en cours

5. Futures orientations et perspectives

La gestion des installations d'élimination de la neige par transmission sans fil par paquets présente de nombreux avantages tels que l'obtention des relevés de gestion appropriés et la baisse des coûts de transmission. Toutefois, étant donné les frais considérables encourus pour la transformation du système actuel de commande à distance des installations d'élimination de la neige par ligne particulière en système de transmission sans fil par paquets, il semble difficile de pouvoir procéder à ce reconstruction en une seule fois. A l'avenir, on procédera à l'aménagement progressif dans les emplacements où les opérations des installations d'élimination de la neige ont été confiées au secteur privé, parallèlement à la mise en place du nouveau système lors des périodes de renouvellement des équipements de commande à distance.

6. Conclusion

Dans la présente étude, des transmissions sans fil par paquets ont été appliquées à la gestion des installations d'élimination de la neige et ces transmissions pourront probablement être employées pour des usages divers à l'avenir. Si à l'heure actuelle, les informations sur l'enneigement, les chutes de neige et les températures relevées par détecteurs de hauteur d'enneigement – dans le cadre du système d'informations sur la neige – sont regroupées en utilisant les lignes ordinaires par abonnement, il sera possible à l'avenir de passer aux transmissions sans fil par paquets après avoir étudié les possibilités de cette transformation.

En raison de la diversification des besoins des résidents de la préfecture ainsi que de la recherche d'une meilleure de qualité de service pour ce qui est du déneigement des routes, enregistrées ces dernières années, il est important de procéder rapidement au regroupement d'informations exactes et à la bonne gestion des installations, le thème à l'avenir étant de parvenir à une haute informatisation de ce système.