

Comparaison des systèmes de mesure des précipitations solides (SPICE)
Énoncé de mission et objectifs

1. Énoncé de mission

Recommander un ou des systèmes de référence sur le terrain pour la mesure automatisée des précipitations solides dans divers climats froids et à diverses saisons, et fournir des orientations sur le fonctionnement des systèmes automatiques modernes qui mesurent: i) la hauteur totale des précipitations en toutes saisons dans des climats froids, en particulier lorsqu'il s'agit de précipitations solides; ii) les chutes de neige (hauteur de neige fraîche); iii) l'épaisseur de neige.

Comprendre et documenter les différences entre un système automatisé de référence sur le terrain et différents systèmes automatiques et entre les mesures automatiques et les mesures manuelles des précipitations solides à l'aide d'appareils abrités ou exposés dans les mêmes proportions, notamment en ce qui concerne leur emplacement et leur configuration.

2. Portée et définition

La Comparaison OMM des systèmes de mesure des précipitations solides (SPICE), qui s'appuiera sur les résultats des comparaisons précédentes et les recommandations qui en sont issues, portera essentiellement sur le fonctionnement des capteurs automatiques modernes servant à mesurer les précipitations solides. Elle permettra de consigner les résultats des systèmes de mesure et de transmission des paramètres ci-après:

Première priorité:

- a) Quantité de précipitations, sur divers laps de temps (minutes, heures, jours, saison), en fonction de la phase de la précipitation (liquide, solide ou mixte);
- b) Neige au sol (épaisseur de neige); les mesures de l'épaisseur de neige et des chutes de neige sont étroitement corrélées, et la comparaison permettra d'étudier aussi ce lien.

Deuxième priorité:

- c) Intensité des précipitations (solides et mixtes).

À l'issue de la comparaison, des recommandations portant sur la capacité de mesurer avec précision les précipitations solides, sur l'utilisation des instruments automatiques et sur les améliorations envisageables seront adressées aux Membres de l'OMM, aux responsables des programmes de l'Organisation, aux fabricants et à la communauté scientifique. Les Membres désireux d'automatiser leurs observations pourront se référer aux résultats de la comparaison.

L'un des aspects importants de ce projet est que l'on veillera à ce que toutes les données de télédétection relatives aux précipitations soient rassemblées et incorporées à la base de données constituée pour la circonstance. L'analyse de ces données n'entre cependant pas dans le cadre de la comparaison. Les résultats de celle-ci pourront contribuer ultérieurement à améliorer les estimations spatio-temporelles des précipitations.

3. Considérations générales

Les précipitations solides représentent l'un des paramètres les plus complexes que l'on puisse observer et mesurer par des capteurs automatiques. Une multitude d'études ont été consacrées à

la mesure des précipitations, mais la possibilité de mesurer avec précision les précipitations solides avec des instruments automatiques et la fiabilité des résultats obtenus n'ont donné lieu qu'à un petit nombre d'évaluations. La Comparaison OMM des mesures des précipitations solides¹ était axée sur les instruments qui étaient utilisés alors dans les réseaux nationaux, et il s'agissait essentiellement d'observations manuelles. L'évaluation des systèmes/instruments automatiques de mesure de l'épaisseur de neige et des chutes de neige n'était pas au centre des préoccupations, et aucun site n'avait été retenu dans l'Arctique ou l'Antarctique pour la comparaison.

Depuis lors, un pourcentage croissant de données de précipitations utilisées dans le cadre de diverses applications a été recueilli par des instruments et des stations automatiques, y compris pour la mesure de l'épaisseur de neige, et les nouvelles applications se sont multipliées (par exemple dans le contexte du changement climatique, de la prévision immédiate, de l'approvisionnement en eau, des mesures en terrain complexe ou des avis d'avalanche). Par ailleurs, nombre des techniques employées pour la mesure des précipitations solides ne sont pas du type récepteur (diffusion de la lumière, rétrodiffusion des micro-ondes, transfert de masse et de chaleur, etc.).

En outre, au moment où l'on proposait que les capteurs embarqués à bord de satellites mesurent les précipitations solides, il s'est avéré que pour procéder à la validation et au recalage au sol des données satellitaires par des mesures *in situ* (stations de réseaux ou stations de référence), on pouvait utiliser les données sur les précipitations solides recueillies à des stations automatiques. Celles-ci apportent en effet une contribution clef à l'évaluation des mesures effectuées dans des conditions climatiques froides.

Les capacités actuelles de traitement des données ainsi que les techniques de gestion et d'assimilation des données permettent d'optimiser les évaluations et l'analyse des erreurs.

4. Objectifs de la comparaison

La comparaison SPICE rendra compte des objectifs suivants:

- I. Recommander un ou des systèmes de référence sur le terrain pour la mesure automatisée des précipitations solides. En définir et en valider un ou plusieurs, utilisant des instruments automatiques, pour chaque paramètre étudié et sur tout un éventail de résolutions temporelles (de chaque jour à chaque minute, par exemple).
- II. Évaluer/décrire les systèmes automatiques (matériel et dispositifs de traitement des données) utilisés pour mesurer en exploitation les précipitations solides (capteurs de type «boîte noire») et, plus particulièrement:
 - a. Évaluer l'aptitude des systèmes automatiques opérationnels à fonctionner efficacement dans un éventail de conditions d'exploitation;
 - b. Calculer les ajustements à apporter aux mesures effectuées par des systèmes automatiques opérationnels, en fonction des variables disponibles à un site donné (vent, température, humidité relative, etc.);
 - c. Faire des recommandations concernant les données auxiliaires requises pour calculer les ajustements auxquels il conviendrait de soumettre régulièrement les données d'exploitation, si possible en temps réel ou quasi réel;
 - d. Évaluer les techniques opérationnelles de traitement des données et de gestion de la qualité des données;

¹ WMO CIMO IOM Report No. 67, WMO/TD-No. 872, 1998:
<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-67-solid-precip/WMOtd872.pdf>

- e. Déterminer la résolution temporelle minimale qui peut être raisonnablement appliquée pour transmettre une mesure de précipitations solides (quantité de précipitations, chute de neige et épaisseur de neige au sol) qui soit exploitable;
 - f. Évaluer l'aptitude à détecter et mesurer les précipitations lorsqu'elles sont faibles ou à l'état de traces.
- III. Formuler des recommandations à propos des meilleures pratiques et configurations à appliquer pour les systèmes de mesure utilisés en exploitation, notamment en ce qui concerne:
- a. L'exposition et l'emplacement optimaux de chaque type d'instrument;
 - b. La combinaison optimale instrument-écran de protection pour chaque type de mesure et pour différentes conditions de collecte de données/conditions climatiques (climat arctique ou de prairie, neige côtière, climat venteux, conditions mixtes, etc.);
 - c. Le fonctionnement des divers instruments lorsque les températures sont basses: chauffage des appareils et recours à un antigel (dont les propriétés hygroscopiques et la composition doivent répondre aux impératifs d'exploitation);
 - d. Les instruments et les impératifs d'alimentation électrique lorsque les conditions d'exploitation sont particulièrement difficiles;
 - e. La ou les cibles situées sous les appareils de mesure de l'épaisseur de neige;
 - f. Les impératifs liés à l'éloignement de certains sites, en particulier ceux pour lesquels les communications et/ou l'alimentation électrique sont problématiques.
- IV. Déterminer l'incertitude possible des systèmes de mesure participant à la comparaison SPICE et leur capacité de transmettre efficacement des données sur les précipitations solides et, plus particulièrement:
- a. Déterminer la sensibilité, l'incertitude, les erreurs systématiques, la répétabilité et le temps de réponse des systèmes automatiques existants et des nouveaux systèmes;
 - b. Déterminer les sources et les marges d'erreur, notamment en ce qui concerne l'instrument (c'est-à-dire le capteur), l'exposition (écran de protection), les conditions ambiantes (température, vent, microphysique, densité des particules de neige et intensité des chutes de neige), ainsi que les algorithmes utilisés pour la collecte et le traitement des données, c'est-à-dire pour l'échantillonnage, le calcul de moyennes, le filtrage et la transmission des données.
- V. Évaluer les techniques les plus modernes (par exemple celles qui ne sont pas du type récepteur) conçues pour mesurer les précipitations solides, et les possibilités d'utilisation dans le cadre d'applications concrètes.
- VI. Configurer et constituer un jeu complet de données en prévision des futurs travaux de recherche ou bien pour des applications concrètes (estimation des chutes de neige par radar et/ou à partir de satellites, par exemple). Favoriser la réalisation d'études complémentaires sur l'homogénéisation des observations automatiques/manuelles et la traçabilité des mesures automatiques par rapport aux mesures manuelles.

5. Résultats escomptés

Il sera rendu compte des résultats intermédiaires et des résultats définitifs de la comparaison SPICE dans les domaines suivants:

- a. Recommandations relatives à des systèmes de référence sur le terrain pour la mesure automatisée des paramètres évalués;
- b. Description du fonctionnement des technologies existantes, nouvelles et émergentes conçues pour la mesure des précipitations solides ainsi que de leur configuration, compte tenu des objectifs de la comparaison;

- c. Constitution d'un jeu complet de données qui servira de référence dans le cadre des futurs travaux de recherche;
- d. Mise à jour des chapitres pertinents du Guide de la CIMO (publication de l'OMM N° 8) et des futures publications éventuelles consacrées aux normes OMM/ISO (dans le cadre de l'accord passé entre les deux organisations en 2009);
- e. Fourniture d'indications aux Membres au sujet de l'automatisation des mesures portant sur les précipitations solides;
- f. Recommandations adressées aux fabricants et concernant les instruments et leur perfectionnement.

6. Instruments et configurations à prendre en considération

La comparaison pourra porter sur divers types, modèles et configurations d'instruments actuellement en service; on pourra se référer à cet égard à l'enquête de la CIMO relative aux exposés nationaux sur les méthodes et les instruments de mesure des précipitations solides aux stations météorologiques automatiques (rapport N° 102 de la série consacrée aux instruments et aux méthodes d'observation, <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications-IOM-series.html>). En outre, la comparaison pourra aussi porter, en fonction des recommandations des Membres, sur des technologies nouvelles déjà documentées. On mentionnera plus particulièrement les systèmes suivants:

- ✓ Enregistreurs à auget basculeur et à pesée et autres appareils totalisateurs;
- ✓ Instruments faisant appel à de nouvelles technologies (laser, disdromètre, plaque chauffante, bras rotatif, radar vertical, mesure optique, mesure acoustique, images vidéo des précipitations, caméra vidéo, etc.);
- ✓ Écrans de protection: types (Alter, Nipher, Tretyakov, Wyoming, Belford, bois, etc.) et configurations (simples, doubles, instrument de référence et de comparaison à double barrière (version réduite));
- ✓ Appareils équipés d'un dispositif de chauffage (diverses configurations);
- ✓ Tendances nouvelles: capteurs à bas coût offrant un large potentiel d'utilisation.

7. Durée de la comparaison

Chaque site retenu pour la comparaison sera exploité pendant au moins deux saisons froides.
