



World Meteorological Organization
Organisation météorologique mondiale

Secrétariat
7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH 1211 Genève 2 – Suisse
Tél.: +41 (0) 22 730 81 11 – Fax: +41 (0) 22 730 81 81
wmo@wmo.int – www.wmo.int

Weather • Climate • Water
Temps • Climat • Eau

Notre réf.: OBS/WIS/DRMM/MIGRATION

GENÈVE, le 25 septembre 2015

Annexe: 1

Objet: Rapport d'étape sur le passage aux codes déterminés par des tables

Suite à donner: Prendre acte du rapport d'étape préparé par l'Équipe d'experts interprogrammes pour la maintenance et le contrôle de la représentation des données en vue d'achever le passage aux codes déterminés par des tables et de garantir la qualité des messages BUFR

Madame, Monsieur,

Je souhaite attirer votre attention sur le consensus qui s'est dégagé lors de la session extraordinaire de la Commission des systèmes de base (CSB) tenue à Asunción (Paraguay) en septembre 2014, concernant le passage aux codes déterminés par des tables, dont les parties pertinentes sont reproduites ci-dessous:

«2.3.16 À sa session extraordinaire de 2010, la Commission avait confirmé le calendrier pour le passage aux codes déterminés par des tables. Ce plan prévoyait une date butoir pour l'échange en parallèle de données en codes alphanumériques traditionnels et en codes déterminés par des tables, à savoir novembre 2014, n'autorisant que les échanges en codes déterminés par des tables à compter de cette date. La Commission a considéré qu'il n'était pas nécessaire d'apporter des modifications à la matrice de transition figurant à l'annexe IV du présent rapport. Elle a toutefois estimé que les mesures suivantes devaient être prises en vue de faciliter et mener à bien cette transition:

(...)

f) Notant que la date butoir de novembre 2014 approche, l'Équipe d'experts interprogrammes pour la maintenance et le contrôle de la représentation des données est chargée de rédiger un rapport qui sera envoyé aux représentants permanents des Membres auprès de l'OMM pour les informer des opérations réussies de transition et des problèmes restant à résoudre;»

Aux: Représentants permanents (ou directeurs des Services météorologiques ou hydrométéorologiques) des Membres de l'OMM (PR-6868)

cc: Conseillers en hydrologie auprès des représentants permanents

L'Équipe d'experts interprogrammes du GASO des systèmes et services d'information pour la maintenance et le contrôle de la représentation des données a préparé le rapport d'étape sur le passage aux codes déterminés par des tables (voir l'annexe).

Je vous invite par ailleurs à consulter la page Web de l'OMM, où vous trouverez des informations complémentaires sur les aspects techniques et administratifs de l'opération:

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/WMOCodes/MigrationTDCF.html>.

S'agissant des problèmes liés au passage aux nouveaux codes dans le cas des données d'observation en altitude, une lettre circulaire a été envoyée et diffusée sur le Web à l'adresse suivante:

https://www.wmo.int/edistrib_exped/grp_prs/index.php?dir=_en/2015_07/&file=2015-07-07-PR-6855-OBS-WIS-DRMM_en.pdf.

Cette lettre a pour objet de rappeler aux Membres les difficultés que peut poser le passage des messages d'observations en altitude transmis en codes alphanumériques traditionnels (TEMP) aux messages BUFR en quatre parties. Elle prie les intéressés de poursuivre la diffusion des messages en codes TEMP, à moins que la station ne soit en mesure de transmettre un premier message BUFR quand le niveau de 100 hPa est atteint, et un second quand l'ensemble du sondage est achevé.

Sachez enfin que le Groupe de gestion de la CSB est convenue de constituer une équipe spéciale qui se penchera sur le problème de la transmission des données d'observation en altitude en codes BUFR.

Je suis convaincu que le rapport d'étape sera d'un grand secours aux pays et territoires membres pour faciliter et mener à bien cette transition et garantir la qualité des messages BUFR.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.



(J. Lengoasa)
pour le Secrétaire général

Rapport d'étape sur le passage aux codes déterminés par des tables

**Équipe d'experts interprogrammes pour la maintenance
et le contrôle de la représentation des données**

25 septembre 2015

DÉNI DE RESPONSABILITÉ

Règle 42

Les recommandations des groupes de travail n'ont pas de statut dans l'Organisation tant qu'elles n'ont pas été approuvées par l'organe constituant responsable. Dans le cas de groupes de travail mixtes, les recommandations doivent recevoir l'accord des présidents des organes constituants intéressés avant d'être présentées à l'organe constituant désigné.

Règle 43

Dans le cas d'une recommandation d'un groupe de travail, adoptée durant une session ou par correspondance entre les sessions de l'organe constituant responsable, le président de cet organe peut, à titre de mesure exceptionnelle, approuver la recommandation au nom de l'organe constituant quand, à son avis, la question est urgente et qu'elle ne semble pas impliquer de nouvelles obligations pour les Membres. Il peut alors soumettre cette recommandation à l'adoption du Conseil exécutif ou au Président de l'Organisation pour suite à donner conformément au cinquième alinéa de la règle 9.

© Organisation météorologique mondiale, 2015

L'OMM se réserve le droit de publication en version imprimée ou électronique ou sous toute autre forme et dans n'importe quelle langue. De courts extraits des publications de l'OMM peuvent être reproduits sans autorisation, pour autant que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance relative au contenu rédactionnel et les demandes de publication, reproduction ou traduction partielle ou totale de la présente publication doivent être adressées au:

Président du Comité des publications
Organisation météorologique mondiale (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suisse

Tél.: +41 (0)22 730 84 03
Fax: +41 (0)22 730 80 40
Courriel: publications@wmo.int

NOTE

Les appellations employées dans les publications de l'OMM et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation météorologique mondiale, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les opinions exprimées dans les publications de l'OMM sont celles de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OMM. De plus, la mention de certaines sociétés ou de certains produits ne signifie pas que l'OMM les cautionne ou les recommande de préférence à d'autres sociétés ou produits de nature similaire dont il n'est pas fait mention ou qui ne font l'objet d'aucune publicité.

Le présent document (ou rapport) n'est pas une publication officielle de l'OMM et n'a pas fait l'objet du processus d'édition habituel. L'Organisation ne souscrit pas nécessairement aux opinions qui y sont exprimées.

Résumé

Les codes déterminés par des tables, instaurés pour offrir des solutions plus souples de représentation des données, ont démontré leur utilité en conduisant à la mise au point d'un large éventail de modèles adaptés à diverses formes de données d'observation.

Le passage graduel des codes alphanumériques traditionnels aux codes déterminés par des tables se poursuit depuis plusieurs années. La date butoir de cette transition avait été fixée à novembre 2014, mais plusieurs problèmes doivent encore être résolus avant que l'ensemble des centres puissent commencer à fonctionner sur la base des flux d'informations chiffrées en codes déterminés par des tables, y compris la disponibilité des rapports d'observation en codes déterminés par des tables et la qualité des données transmises ainsi que des métadonnées sur les stations et instruments d'observation. Les rapports communiqués par les centres de prévision numérique du temps font valoir que la disponibilité est le principal problème qui se pose en ce qui a trait aux observations de surface, tandis que dans le cas des observations en altitude, les problèmes se posent surtout au niveau de la structure des comptes rendus et de la qualité des données – en particulier dans le cas des rapports subdivisés en parties – et des erreurs liées au passage des codes alphanumériques traditionnels aux nouveaux codes.

Les Membres de l'OMM sont encouragés à vérifier la disponibilité des données et la qualité des métadonnées des comptes rendus en codes déterminés par des tables, et d'examiner leurs stratégies nationales respectives de transition et de formation pour veiller à mettre fin à la diffusion de données en codes alphanumériques dès qu'ils auront acquis la certitude que les comptes rendus en codes déterminés par des tables présentent une qualité égale ou supérieure à celle des rapports en codes alphanumériques.

L'adoption d'une approche normalisée pour la définition et la gestion des problèmes relevés dans les comptes rendus en codes déterminés par des tables contribuera à accroître la qualité de ces comptes rendus.

Les Membres doivent maintenir leurs efforts pour mener cette transition à bon terme et répondre aux diverses nouvelles exigences posées par les projets et initiatives de l'OMM, y compris le Système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM (WIGOS), le Cadre mondial pour les services climatologiques (CMSC) et la Veille mondiale de la cryosphère (VMC), pour lesquels les codes alphanumériques traditionnels sont incapables de fournir des solutions de fond.

1. Introduction

Le projet de passage aux codes déterminés par des tables a été officiellement lancé par la CSB en 2002. Au fil des réunions qui ont suivi, la CSB a graduellement mis en place et amélioré un plan de transition dont l'application s'étale sur plusieurs années.

PLAN DE TRANSITION													
Catégorie de codes alphanumériques traditionnels	Nov. 2005	Nov. 2006	Nov. 2007	Nov. 2008	Nov. 2009	Nov. 2010	Nov. 2011	Nov. 2012	Nov. 2013	Nov. 2014	Nov. 2015	Nov. 2016	
Cat.1: Codes usuels SYNOP, SYNOP MOBIL PILOT, PILOT MOBIL TEMP, TEMP MOBIL TEMP DROP, CLIMAT	Début de l'échange en exploitation					Fin de la transition					La diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels prend fin		
Cat.2: Observations par satellites SARAD, SAREP, SATEM, SATOB	Fin de la transition										La diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels prend fin		
Cat.3: Aviation METAR, SPECI, TAF AMDAR	Fin de la transition					Début de l'échange expérimental		Début de l'échange en exploitation					Fin de la transition
Cat.4: Navigation maritime BUOY, TRACKOB, BATHY, TESAC, WAVEOB, SHIP, CLIMAT SHIP, PILOT SHIP, TEMP SHIP, Données Argos	Début de l'échange expérimental		Début de l'échange en exploitation			Fin de la transition			La diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels prend fin				
Cat.5: Divers RADOB, IAC, IAC FLEET, GRID, RADOB	Début de l'échange en exploitation			Fin de la transition									
Cat.6: Obsolètes ICEAN, GRAF, NACLI etc., SFAZI, SFLOC, SFAZU, ROCOB, ROCOB SHIP, CODAR, WINTEM, ARFOR, RADREP, MAFOR, HYDRA, HYFOR, CLIMAT TEMP CLIMAT TEMP SHIP SANS OBJET													

Le plan de transition appelait tous les Membres de l'OMM à achever le passage aux codes déterminés par des tables en novembre 2010. La date butoir ultime à laquelle les Membres devaient avoir mis fin à la diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels avait été fixée à novembre 2014 pour la catégorie 1 (TEMP/PILOT, SYNOP et CLIMAT). Comme nous avons désormais franchi cette date butoir, nous croyons utile d'examiner l'état d'avancement de la transition et de faire le point sur le travail qu'il nous reste à accomplir.

Le passage aux nouveaux codes offre une excellente occasion d'améliorer la qualité des données météorologiques échangées entre les Membres de l'OMM. C'est dans le cas des bulletins d'observations par radiosondes que cela apparaît le plus manifestement. Les bulletins TEMP et PILOT en code BUFR peuvent communiquer des données à haute résolution et inclure des données sur la dérive des radiosondes qui permettent de déterminer précisément la position de chaque point d'observation.

Au début de 2015, l'état d'avancement des travaux de transition aux nouveaux codes variait toujours sensiblement chez les Membres de l'OMM. Certains opérateurs ont achevé leur transition, mais d'autres transmettent toujours sur le SMT leurs messages SYNOP, TEMP et CLIMAT en codes alphanumériques traditionnels. En conséquence, les bulletins en codes alphanumériques traditionnels et en code BUFR continuent de coexister sur le SMT, et cette situation perdurera pendant une période de temps indéterminée dans l'avenir, ce qui pose des risques non négligeables. Cependant, il convient, pour assurer une transition ordonnée, de ne remplacer les bulletins en codes alphanumériques traditionnels de bonne qualité que par des données BUFR de qualité équivalente ou supérieure. On s'emploie actuellement à élaborer des mesures pour régler cette question (voir «Procédure de gestion des enjeux liés à la représentation des données»).

Les causes des écarts observés dans l'achèvement de la transition aux nouveaux codes seront examinées plus bas, mais il est déjà clair que l'absence d'une définition commune des objectifs de la transition ainsi que des problèmes de capacité et de formation sont des facteurs importants à prendre en compte. Des progrès considérables ont été accomplis en matière de renforcement des capacités, mais la coordination nationale et internationale qui nous permettrait d'abattre les obstacles qui nuisent à la transition nous fait toujours cruellement défaut.

L'équipe d'experts interprogrammes pour la maintenance et le contrôle de la représentation des données a proposé les critères suivants¹ pour mesurer l'état d'achèvement du passage aux codes déterminés par des tables:

- a) L'OMM abandonne les codes alphanumériques traditionnels de la Veille météorologique mondiale (mais les codes OPMET seront maintenus tant que l'OACI l'exigera);
- b) Tous les centres exploitant les informations échangées sur le réseau principal de télécommunications du SMT peuvent fonctionner sur la base des flux d'informations chiffrées en codes déterminés par des tables;
- c) Aucun centre national n'est tenu de produire des informations sous forme de codes alphanumériques traditionnels aux fins des échanges de données sur le SMT.

Le présent rapport résume la disponibilité des données en codes déterminés par des tables en date de février 2015, ainsi que les avantages de la transition et les problèmes non résolus dont il est fait état dans l'étude de suivi de la Veille météorologique mondiale (VMM) et dans le rapport sur la transition préparé par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMET), avec les données et la collaboration de nombreux centres mondiaux de prévision numérique du temps (Ingleby et Vasiljevic, 2015). Ce rapport devrait contribuer à améliorer à la fois la quantité et la qualité des données. Il recommande en outre les mesures que chaque Membre devrait mettre en œuvre pour opérer le passage aux nouveaux codes, et propose un certain nombre d'options sur la façon de transmettre les données en altitude en code BUFR – un des principaux problèmes, en particulier dans le cas des données utilisées dans les modèles de prévision numérique. Le rapport porte uniquement sur les résultats des études initiales; il ignore nombre des enjeux liés aux données océanographiques et climatiques.

2. Le point sur la transition

2.1 Fin de la maintenance des données en codes alphanumériques

À la fin de la période d'application du plan de transition, toute modification des pratiques de transmission des observations de l'OMM exigeant des changements aux codes de l'OMM ne s'appliquera plus qu'aux tables de codes et aux règles B/C (qui régissent la transmission de divers types de données en code BUFR). Les opérateurs qui utilisent les catégories de codes

¹ La condition a) est remplie en ce qui a trait aux codes de catégorie 1 (TEMP, SYNOP, CLIMAT). Les conditions b) et c) restent à remplir.

La condition c) permet implicitement le passage des codes alphanumériques traditionnels au code BUFR. Cette conversion, effectuée correctement, répondra aux exigences techniques prescrites. Cependant, les bulletins en codes alphanumériques ne présentent pas la même précision ni la même la qualité de métadonnées que les bulletins en code BUFR, et la qualité des bulletins en code BUFR dérivés de données en codes alphanumériques est souvent inférieure à celle des bulletins produits à partir de données BUFR originales.

alphanumériques traditionnels TEMP, SYNOP ou CLIMAT pourraient ainsi se trouver incapables de mettre les modifications en application. En outre, ceux qui convertissent leurs bulletins traditionnels en bulletins BUFR utilisent en fait, en guise de forme nationale de représentation, des codes qui ne sont plus pris en charge par une autorité extérieure.

2.2 Disponibilité des données d'observation en surface et en altitude en code BUFR

La liste des bulletins BUFR figurant dans la publication N° 9 de l'OMM, Volume C1 – Catalogue des bulletins météorologiques est disponible [ici](#)² et mise à jour toutes les deux semaines. Les cartes concernant la couverture en données des bulletins en codes alphanumériques et des bulletins de messages d'observation en surface et en altitude en code BUFR correspondant à la plus récente période des contrôles spéciaux du fonctionnement du RPT – du 1^{er} au 15 avril 2015 –, sont disponibles [ici](#)³. Les informations sur le nombre de bulletins en codes alphanumériques traditionnels et en code BUFR pour les catégories SYNOP, TEMP et PILOT sont disponibles [ici](#)⁴ pour chaque pays et territoire.

Environ 70 % des stations d'observation en surface et en altitude diffusent désormais des messages BUFR, et environ 90 % des données SHIP sont disponibles en code BUFR, bien que le modèle de message SHIP employé soit temporaire et en voie d'être remplacé par de nouveaux modèles.

2.3 Avantages

2.3.1 Souplesse et capacité d'expansion des nouveaux codes

Le code BUFR offre une solution simple et modulable de représentation de divers paramètres physiques et d'utilisation de diverses plateformes et instruments d'observation par simple ajout de nouveaux descripteurs et tables de codes. Les données satellitaires comptent parmi celles qui bénéficient le plus de la transition. L'identifiant du Système mondial intégré des systèmes d'observation de l'OMM (WIGOS), utilisé par le système d'identification systématique des stations d'observation pour remplacer l'identifiant traditionnel à cinq chiffres des stations OMM, les messages CLIMAT quotidiens qui servent notamment à la diffusion de statistiques concernant divers paramètres, et les données relatives à l'épaisseur de la couche de neige, incluant des informations sur l'absence de neige pour lesquelles les codes alphanumériques n'offrent que des solutions limitées, représentent aussi des exemples de l'application des codes déterminés par des tables.

2.3.2 Précision plus grande

Le BUFR permet la diffusion de données plus précises, et permet de résoudre le problème intrinsèque de l'imprécision due à l'arrondissement des données des bulletins en codes alphanumériques. Par exemple, dans les messages TEMP, les valeurs de température +13,5 °C et +13,4 °C sont toutes deux codées 134. Leur décodage donne une valeur nominale qui s'écarte en moyenne de -0,05 °C de la valeur réelle. Dans certains cas, les mesures sont effectuées à deux décimales près, et toutes les valeurs situées entre +13,40 °C et +13,59 °C sont codées 134. Leur décodage donne une valeur de 13,4 °C, qui s'écarte donc en moyenne de -0,095 °C de la valeur réelle. La différence est de l'ordre du bruit de fond dans le cas des prévisions numériques du temps, mais elle peut avoir une importance non négligeable dans le domaine de la recherche climatique.

² http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/Operational_Information/TDCFMigration_en.html

³ http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/monitor/smm/smm_apr15_analysis.html

⁴ ftp://ftp.wmo.int/GTS_monitoring/SMM/From_WMO/sm15401.015/ANALYSIS/RBSCN_TACvsTDCF201504.docx

2.3.3 Données d'observation en altitude en code BUFR original

Les bulletins d'observation en altitude transmises en code BUFR original⁵ fournissent souvent des données de radiosondage à haute résolution verticale, parfois accompagnées d'informations sur la position (dérive) à chaque niveau d'ascension. Les statistiques ont montré que les données de radiosonde haute résolution améliorent les analyses et les prévisions lorsqu'elles font l'objet de contrôles de qualité adéquats, alors que les données BUFR reformatées n'améliorent pas la performance de manière significative. Étant donné le niveau de résolution croissant des modèles de prévision mondiaux régionaux et locaux actuels, l'information sur la dérive joue un rôle de plus en plus important dans l'amélioration de l'efficacité des prévisions.

2.4 Problèmes d'encodage et de décodage des données BUFR

2.4.1 Utilisation des éditions et modèles BUFR

Certains messages BUFR utilisent toujours l'édition 3 du code au lieu de l'édition 4 comme il le faudrait. Les codes déterminés par des tables utilisent des modèles – par exemple, des séquences de descripteurs conçus pour la transmission d'observations particulières. Or, les producteurs de messages BUFR n'utilisent pas tous avec la même assiduité ces modèles, ce qui impose aux utilisateurs des données un travail supplémentaire. Les nouveaux modèles pour les données des navires et des bouées n'ont pas été beaucoup utilisés jusqu'à maintenant.

2.4.2 Renseignements sur la dérive dans les données d'observation en altitude

Bien que les renseignements sur la dérive (position de la radiosonde à chaque niveau d'ascension) comptent parmi les avantages des données en code BUFR original, environ 20 % seulement des stations d'observation en altitude fournissaient de tels renseignements en janvier 2015. Beaucoup de stations utilisant des types de radiosonde capables de recueillir de tels renseignements ne les transmettent pas.

2.4.3 Métadonnées

Bien que l'inclusion dans chaque message des métadonnées sur les stations et les instruments d'observation compte parmi les avantages des messages en codes déterminés par des tables, certains problèmes se posent toujours à ce propos.

2.4.3.1 Position, latitude/longitude et altitude de la station d'observation

On signale l'existence d'erreurs dans les métadonnées concernant la position des stations, notamment des données manquantes sur la latitude/longitude, le changement de position au fil du temps et des différences entre les coordonnées des stations agréées recensées dans la publication OMM-N° 9, Volume A et les coordonnées de position BUFR. Les informations sur la position manquent ou sont erronées dans jusqu'à 30 % des messages de radiosondage BUFR. Il semble que les erreurs soient surtout causées par la conversion des degrés et minutes en décimales (par exemple, 3° 30' remplacé par 3,30 au lieu de 3,50). L'altitude de la station est un autre paramètre important, en particulier pour les stations d'observation en surface, mais cette

⁵ La définition des messages BUFR originaux n'a pas encore été définitivement arrêtée, mais cette expression sert ici à désigner les messages produits directement à partir de résultats d'observations sous quelque forme que ce soit (entrée manuelle, fichiers, transmission de flux de données à l'aide des protocoles TCP/IP), plutôt que par conversion à partir des codes traditionnels, laquelle peut entraîner une perte non négligeable d'informations.

question n'a pas encore été examinée. Par ailleurs, le code BUFR permet d'indiquer l'altitude du capteur de pression, mais on substitue souvent par erreur à cette valeur l'altitude de la station.

2.4.3.2 Identifiant et données d'observation en altitude recueillies à partir de navires

Les identifiants sont parfois manquants ou laissés en blanc. Certains messages d'observation de radiosondage provenant de navires contiennent un identifiant numérique OMM et un indicatif d'appel du navire, ce qui risque de provoquer de la confusion puisqu'il n'existe pas de moyen clair de distinguer les rapports provenant de navires de ceux provenant de stations terrestres. Certains messages d'observation de radiosondage provenant de stations terrestres fixes comportent des caractères propres à l'indicatif d'appel d'un navire ou d'une station terrestre mobile qui ne devraient normalement pas se trouver là, ce qui entraîne des erreurs de décodage.

2.4.3.3 Types d'instruments et versions de logiciels

L'identification erronée du type de radiosonde est une source de problèmes pour les systèmes de prévision numérique du temps puisque cette information peut servir à la correction des erreurs systématiques dues au rayonnement, à l'estimation des erreurs d'observation et à la décision d'utiliser ou non les valeurs du taux d'humidité de la haute troposphère. L'identification erronée du type de radiosonde dans les messages BUFR est causée principalement par l'utilisation du code du type de radiosonde déjà utilisé dans les messages TEMP. En effet, dans la table de code commune C-2 figurant dans le *Manuel des codes* (OMM-N° 306), volume I.2, partie C) pour les types de radiosonde, les codes indiqués pour les messages TEMP vont jusqu'à 99, et ceux indiqués pour les messages BUFR vont jusqu'à 255. Ainsi, un type de radiosonde codé 30 dans un message TEMP peut être codé 130 dans un message BUFR. Il arrive aussi que des valeurs manquent, ou qu'elles soient erronées dans les messages TEMP et/ou BUFR.

Le modèle de codage en BUFR pour la transmission des observations en altitude réalisées par radiosondage peut utiliser des descripteurs additionnels pour indiquer le numéro de série de la radiosonde et la version du logiciel. Ces descripteurs peuvent servir à identifier l'instrument et les changements apportés au fonctionnement d'un type particulier de radiosonde, et peuvent s'avérer utiles pour la correction des erreurs systématiques dans les études de prévision numérique du temps et les études climatiques. Cette information n'a pas été pleinement utilisée dans les systèmes de prévision numérique du temps.

2.4.3.4 Erreurs de contenu des messages BUFR dues à la conversion à partir des codes alphanumériques traditionnels, etc.

Des erreurs se glissent dans beaucoup de messages BUFR issus d'une conversion ou d'un reformatage à partir des codes alphanumériques traditionnels. Plusieurs de ces erreurs sont dues à des problèmes de conversion des unités et des paramètres, ainsi qu'au décodage des messages en codes alphanumériques, lesquels obéissent à un éventail de règles complexes (par exemple, omission des premiers chiffres pour raccourcir le message). La difficulté découle du fait que les décodeurs chargés d'effectuer le passage des codes alphanumériques aux codes déterminés par des tables se montrent souvent incapables d'appliquer correctement toutes les règles de conversion, contrairement aux décodeurs chargés des systèmes de prévision numérique du temps qui ont acquis de l'expérience dans le traitement des cas spéciaux. Nous présentons ci-dessous une liste des erreurs signalées dans le reformatage des messages BUFR. En règle générale, les messages BUFR d'observation en surface (reformats à partir de SYNOP et de SHIP) présentent des erreurs moins nombreuses et moins graves que les messages BUFR d'observation en altitude (reformats à partir de TEMP et de PILOT).

L'un des objectifs du passage aux codes déterminés par des tables était de s'affranchir des règles complexes imposées par l'utilisation des codes alphanumériques traditionnels. Étant donné la lenteur des communications à l'époque de l'introduction des codes alphanumériques, des efforts considérables avaient été consacrés à l'élaboration de règles de codage visant à limiter la longueur des messages. Malheureusement, les résultats des études initiales ont laissé constater que beaucoup de messages BUFR subissent toujours les effets de ces règles par le biais du processus de reformatage des codes alphanumériques aux codes déterminés par des tables.

Par exemple, le premier chiffre est retranché lors du codage des altitudes géopotentielle en codes alphanumériques. Cette pratique est parfois retenue par erreur dans les messages TEMP convertis en code BUFR. Dans les messages TEMP, les altitudes géopotentielle sont chiffrées en mètres géopotentiels entiers, en omettant le chiffre des milliers pour les surfaces atteignant jusqu'à 500 hPa exclusivement. Par exemple, la valeur de 3 249 mètres à 700 hPa est codée 249 dans les messages TEMP, et le chiffre des milliers doit être déduit au moment du décodage pour la production du message BUFR à partir des altitudes approximatives des surfaces isobares types. Des erreurs sont souvent commises sur l'altitude à 700 hPa puisque l'altitude réelle peut varier entre 2 100 mètres environ (par exemple, dans la région polaire) et 3 400 mètres (le premier chiffre peut donc être 2 ou 3). De la même façon, les altitudes géopotentielle sont chiffrées en dizaines de mètres géopotentiels pour les surfaces atteignant 500 hPa ou plus (dans ce cas, seuls les chiffres des milliers, des centaines et des dizaines sont indiqués, et la valeur de 11 784 mètres sera donc codée 178). Le chiffre des dizaines de milliers doit donc être déduit, ce qui peut parfois engendrer des erreurs au moment du passage en code BUFR. Une autre règle exceptionnelle sert au codage des altitudes géopotentielle négatives (sous le niveau de la mer) qui sont chiffrées en ajoutant 500 à la valeur absolue du géopotentiel dans le système de codage alphanumérique (par exemple, -90 mètres est codé 590). Dans ce cas, le reformatage en code BUFR risquera donc parfois d'indiquer par erreur 590, au lieu de -90. Ces erreurs sont dues à la complexité intrinsèque du codage alphanumérique traditionnel, et illustrent les difficultés que peut présenter la conversion.

Les erreurs signalées dans les valeurs d'observation de surface des messages BUFR reformatés comprennent notamment:

- Les erreurs de température causées par la conversion des degrés Celsius (codes alphanumériques traditionnels) et Kelvin (BUFR) et par l'arrondissement des valeurs dans les messages chiffrés en codes alphanumériques traditionnels;
- Les erreurs de conversion et/ou la confusion dans la mesure de la vitesse du vent en nœuds ou en km/h;
- Les écarts d'arrondi des valeurs de la vitesse du vent;
- L'omission des premiers chiffres dans les mesures de la pression;
- De légers écarts entre les valeurs de pression indiquées dans les messages chiffrés en codes alphanumériques traditionnels et en code BUFR.

Les erreurs signalées dans les valeurs d'observation en altitude des messages BUFR reformatés comprennent notamment:

- La confusion entre la valeur de la dépression du point de rosée et celle de la température du point de rosée;

- Les erreurs de conversion de la valeur de la dépression du point de rosée, qui fait l'objet d'un traitement spécial dans la table de codes TEMP pour une gamme particulière de valeurs;
- Les problèmes de mesure du niveau de la tropopause;
- Les vents de surface pris pour des vents significatifs en altitude;
- Les données de surface prises pour des données à 1 000 hPa;
- Les erreurs de conversion et/ou la confusion dans la mesure de la vitesse du vent en nœuds ou en km/h;
- La déduction erronée ou l'omission des premiers chiffres du code TEMP de l'altitude géopotentielle;
- Les valeurs irréalistes de la température et l'absence de coordonnées verticales.

2.4.4 Subdivision en parties des messages BUFR d'observation en altitude reformatés

La principale difficulté posée par les messages BUFR d'observation en altitude pour les utilisateurs de la prévision numérique du temps réside dans la subdivision en parties A, B, C et D des messages *BUFR reformatés*. Cette pratique remonte aux rapports en codes alphanumériques traditionnels dans lesquels les niveaux sont séparés en niveaux standard et significatifs et communiqués séparément jusqu'à 100 hPa et au-delà. L'adoption de codes déterminés par des tables avait à l'origine pour objectif de transmettre des données à haute résolution et de simplifier la structure de compte rendu pour inclure en un seul document l'ensemble des données recueillies au cours d'un radiosondage. Or, la structure de compte rendu a malheureusement été reprise dans beaucoup de messages BUFR par le biais du processus de passage des codes alphanumériques traditionnels au code BUFR. Pire encore, les rubriques SMT ont été conservées, ce qui rend pratiquement impossible la définition et la fusion des parties constituantes. Cette pratique est clairement exclue par les règles B/C 25⁶, mais beaucoup de Membres semblent toujours ignorer que ces messages sont non seulement non conformes, mais également presque inutilisables.

2.4.5 Utilisation des messages BUFR dans les systèmes de prévision numérique du temps

Selon les résultats de l'enquête réalisée par le CEPMMT en janvier 2015, les données d'observation en surface transmises sous forme de messages BUFR sont utilisées dans six centres mondiaux de prévision numérique du temps, dans une proportion de 1 à 70 % pour les données SYNOP (80 % dans un centre), et les données d'observation en altitude sont utilisées dans quatre centres mondiaux de prévision numérique du temps, dans une proportion de 0,5 à 2 %, ce qui donne à conclure que les centres de PNT ont encore un long chemin à parcourir pour achever la transition.

⁶ Un message BUFR (ou CREX) est transmis quand le niveau de 100 hPa est atteint, puis quand le sondage est terminé, ce dernier contenant alors l'ensemble des données du sondage. Quand le sondage s'achève avant le niveau de 100 hPa, seul le message de fin de sondage est transmis.

S'il s'agit de données d'une précision élevée, il n'est envoyé qu'un seul message BUFR quand le niveau de 100 hPa est atteint et un seul message BUFR une fois que le sondage est terminé, pour autant que tous les niveaux standard et significatifs sont dûment indiqués conformément aux règles B/C 25 applicables.

2.5 Problèmes de gestion du processus de transition

2.5.1 Absence d'une vision commune des objectifs de la transition

Les Membres ne partagent pas tous la même conception des besoins et de la justification du passage aux codes déterminés par des tables. La stratégie de transition fondée sur une conversion des codes alphanumériques traditionnels en codes déterminés par des tables a notamment été adoptée trop facilement, sans qu'on en comprenne suffisamment toutes les lacunes. On aurait dû insister bien plus, tout au long du processus de transition, sur les avantages des comptes rendus en codes déterminés par des tables originaux (c'est-à-dire produits directement à partir de données mesurées), en particulier pendant la phase de planification, pour permettre aux Membres de mieux saisir l'objectif de la transition – qui était d'améliorer la qualité et la disponibilité des comptes rendus d'observation, et non de modifier la *forme de présentation* des données – et de prendre les mesures voulues pour la réaliser. S'agissant des messages BUFR d'observation en altitude, il aurait fallu insister sur l'importance des données BUFR à haute résolution originales dès les premières étapes de la transition, même si cette question est déjà abordée dans les règles B/C 25.

2.5.2 Absence d'une notification avancée concernant la fin de la diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels

Au nombre des problèmes importants posés par la gestion de la transition figurait l'obligation faite à certains Membres de mettre fin à la diffusion des données en codes alphanumériques traditionnels sans notification avancée ou dans un délai beaucoup trop court pour permettre aux utilisateurs des données de valider la teneur des nouveaux messages BUFR. Les notifications d'amendements à paraître dans les publications de l'OMM sont censées être transmises au Secrétariat deux mois au moins avant la date à laquelle le changement prévu interviendra effectivement (*Manuel du SMT*), mais il semble que ce délai n'ait pas été assez long pour permettre aux utilisateurs des données de valider les contenus des messages.

2.5.3 Absence d'un processus cohérent de contrôle de la qualité et de signalement des problèmes

Il est nécessaire de procéder au contrôle de la qualité des nouveaux bulletins de codes déterminés par des tables ainsi qu'à la validation des résultats en tenant compte de la comparaison des messages en codes déterminés par des tables et de leurs équivalents en codes alphanumériques traditionnels ainsi que de l'absence d'un processus cohérent de signalement et de correction des problèmes découlant de la transition. La mise en place d'une procédure standard de signalement des problèmes posés par le contenu des comptes rendus en codes déterminés par des tables contribuera à réduire le nombre de comptes rendus inutilisables.

2.5.4 Formation et expérience

Les codes déterminés par des tables constituent un important changement d'orientation par rapport aux codes alphanumériques traditionnels dont l'usage est profondément ancré dans l'ensemble du secteur météorologique mondial. On a consacré au fil des ans une énergie considérable à la formation à l'utilisation des codes alphanumériques, et ce système a été largement assimilé par les personnes chargées de son application jusqu'aux niveaux les plus élevés des diverses organisations, au point de devenir pour elles une seconde nature. Il convient donc d'envisager non seulement une formation technique, mais un véritable changement de culture. Des efforts importants ont déjà été consacrés à la formation au passage aux codes déterminés par des tables, mais il faudra en faire encore davantage.

2.5.5 Manque de capacités et insuffisance des infrastructures

Outre les questions liées à la formation, les infrastructures actuelles des États à faible capacité risquent de ne pas permettre une utilisation efficace des codes déterminés par des tables. Dans de tels cas, la mise en place d'un programme de modernisation conduisant à terme à l'achèvement de la transition dépendra des dons ou de l'aide provenant des partenaires dotés de capacités plus grandes en cette matière.

Dans le cas des opérateurs dotés de capacités solides, le système de codes alphanumériques traditionnels risque d'être solidement ancré dans les systèmes de production existants. Dans de tels cas, il pourrait être nécessaire de procéder à une revue approfondie de l'infrastructure physique et des logiciels pour instaurer les conditions propices à la transition. La réalisation d'un tel changement dans un système opérationnel complexe peut facilement prendre plus de temps qu'on ne l'aurait prévu au départ.

3. Recommandations

3.1 Mesures recommandées pour tous les Membres de l'OMM

1. Veiller à faire en sorte que toutes les données soient disponibles en codes déterminés par des tables, en application stricte des règles B/C du *Manuel des codes* (OMM-N° 306, Volume I.2, Partie C; d. Règles de transmission des données d'observations traditionnelles en codes déterminés par des tables: BUFR ou CREX).
2. Veiller à tenir à jour des métadonnées adéquates sur les stations et les instruments d'observation, et à les fournir en codes déterminés par des tables.
3. Passer en revue les plans stratégiques nationaux de transition en prenant les moyens voulus pour produire directement les comptes rendus en codes déterminés par des tables à partir des données mesurées, dans la mesure du possible, au lieu de recourir à la conversion des messages chiffrés en codes alphanumériques traditionnels.
4. Mettre fin le plus tôt possible à la diffusion parallèle des données en codes alphanumériques traditionnels, non sans avoir veillé au préalable à transmettre à tous les centres une notification avancée, et vérifié que les comptes rendus en codes déterminés par des tables sont de qualité équivalente ou supérieure (voir «Procédure de gestion des enjeux liés à la représentation des données»).
5. Passer en revue la stratégie nationale de formation à la météorologie afin d'harmoniser les connaissances institutionnelles actuelles et futures avec les règles et les modèles de codes déterminés par des tables, et veiller à conduire les activités de formation au passage aux nouveaux codes requises pour mener à bon terme les activités de transition.

3.2 Recommandation concernant les messages BUFR d'observation en altitude

Dans la mesure de leurs capacités et de leurs moyens en matière de niveaux d'observation et d'infrastructures de communication, les Membres sont encouragés à chercher des façons de tirer avantage des nouvelles capacités de communication des données d'observation en altitude offertes par le code BUFR, et en particulier des comptes rendus BUFR originaux incluant des mesures à haute résolution verticale et des informations sur la dérive. Reconnaissant que beaucoup de centres étaient uniquement en mesure de produire des comptes rendus BUFR reformatés à partir de rapports en codes TEMP ou PILOT, les centres de prévision numérique du temps ont indiqué qu'ils préféreraient continuer d'utiliser les rapports TEMP et PILOT, plutôt

que des parties de comptes rendus BUFR reformatés, en attendant que les producteurs de données soient prêts à fournir des comptes rendus BUFR originaux contenant toutes les données recueillies au cours d'un radiosondage. L'Équipe d'experts interprogrammes pour la maintenance et le contrôle de la représentation des données recommande que les Membres réévaluent la qualité des données BUFR d'observation en altitude pour veiller à ce qu'elle soit conforme à la réglementation, et qu'ils envisagent la possibilité de maintenir leur utilisation des codes alphanumériques traditionnels au-delà de la date butoir de novembre 2014, en adoptant par ailleurs un plan détaillé de transition au messages BUFR originaux, si les parties de comptes rendus BUFR reformatés restent la seule options envisageable pour le moment.

3.3 Procédure de gestion des enjeux liés à la représentation des données

On s'emploie à l'heure actuelle à élaborer une procédure de gestion du processus de transition qui veillera à ménager un délai suffisant pour permettre la validation des nouveaux messages et l'établissement d'un processus de vérification et de préparation des rapports, en classant les problèmes par ordre de priorité pour les corriger et apporter les améliorations requises. Les Membres seront informés en temps utile de cette procédure qui devrait pouvoir s'appuyer sur un processus standard de notification et de gestion des problèmes décelés dans les messages en codes déterminés par des tables.

4. Conclusion

Les codes déterminés par des tables, en particulier le code BUFR principalement utilisé pour la représentation d'un éventail de données d'observation, ont démontré une partie des avantages qu'ils peuvent procurer, y compris la souplesse, la capacité d'expansion et la précision plus grande des valeurs, et les comptes rendus BUFR d'observations en altitude originaux ont laissé constater une incidence positive sur la qualité des analyses et des prévisions. Les centres de prévision numérique du temps bénéficient directement de ces effets, mais les améliorations profitent également à l'ensemble des Membres de l'OMM grâce au processus de transmission en cascade du Projet de démonstration concernant la prévision des conditions météorologiques extrêmes (SWFDP) par le biais duquel les Membres peuvent avoir accès à des produits améliorés de prévision numérique du temps.

Un contrôle de la quantité et de la qualité des données d'observations en codes déterminés par des tables réalisé par les centres de prévision numérique du temps a conduit ces derniers à conclure que les messages BUFR d'observation en surface répondaient en général à leurs besoins, malgré des problèmes persistants de métadonnées et de reformatage, tandis que les messages d'observation en altitude générés par reformatage des messages d'observation TEMP et PILOT, en particulier ceux produits en parties distinctes, posaient toujours des problèmes de qualité et restaient très peu utilisés. Le processus de transition a aussi mis en lumière des problèmes de gestion de la qualité des informations et des données. Ces observations donnent à conclure à la nécessité d'une amélioration globale du contrôle de la qualité et de la maintenance des métadonnées des stations et instruments d'observation produisant les comptes rendus BUFR.

Un certain nombre de problèmes doivent encore être réglés pour tirer le meilleur parti possible des codes déterminés par des tables, et les Membres de l'OMM devront s'engager fermement à travailler à la bonne réalisation de ce projet, même après la date butoir de novembre 2014.

5. Référence

Ingleby B. et D. Vasiljevic, 2015: Progress report on migration to BUFR
https://software.ecmwf.int/wiki/download/attachments/29332277/Migration_2_BUFR_Report.pdf?version=1&modificationDate=1426266818726&api=v2