

Guide des codes de l'OMM déterminés par des tables:

FM 94 BUFR

et

FM 95 CREX

Niveau 1 : Caractéristiques fondamentales des codes BUFR et CREX

et

Niveau 2 : Agencement, fonctionnalité et application des codes BUFR et CREX

Genève, 1er janvier 2002

Préface

L'objet de ce guide est d'aider les experts qui souhaitent utiliser les formes OMM BUFR et CREX de représentation des données déterminées par des tables.

Ce guide est divisé en trois niveaux afin de tenir compte des différents degrés de détail dans les explications dont ont besoin les utilisateurs.

Le Niveau 1 contient une description générale conçue pour ceux qui souhaitent se familiariser avec les codes déterminés par des tables sans avoir besoin de trop de détails. Le Niveau 2 porte sur la fonctionnalité et l'application des codes BUFR et CREX et est destiné aux personnes appelées à utiliser un logiciel pour le codage et/ou le décodage en BUFR ou en CREX, mais qui n'ont pas à écrire ce logiciel.

Le Niveau 3 est conçu pour ceux qui doivent écrire des logiciels de codage et/ou de décodage en code BUFR ou CREX, mais il sera également utile à ceux qui souhaitent étudier de manière approfondie les codes déterminés par des tables.

L'OMM souhaite exprimer sa reconnaissance aux experts qui ont participé à la mise au point de ces textes d'orientation. Le Guide a été élaboré par M. Clifford H. Dey du National Centre for Environmental Prediction (Centre national de prévision environnementale) des Etats-Unis d'Amérique, avec notamment la contribution de Charles Sanders - Australie, Eva Cervena – République tchèque, Chris Long – Royaume-Uni, Jeff Ator – Etats-Unis d'Amérique et de Milan Dragosavac, du CEPMMT.

Table des matières

Niveau 1 : Caractéristiques fondamentales des codes BUFR et CREX

	Page
1.1 Généralités	L1- 2
1.2 Description générale	L1- 2
1.2.1 Auto-description	L1- 2
1.2.2 Structure des codes.....	L1- 4
1.2.3 Tables BUFR et CREX.....	L1- 5
1.2.4 Caractéristiques communes à BUFR et à CREX.....	L1- 9
1.2.5 Différences.....	L1-12
1.2.6 Exemples de messages CREX.....	L1-12
1.3 Procédures d'actualisation.....	L1-17
1.3.1 Procédures générales.....	L1-18
1.3.2 Mise à jour des structures.....	L1-18
1.3.3 Mise à jour des tables.....	L1-18
1.3.4 Validation des mises à jour.....	L1-19
1.4 Directives pour le passage aux codes déterminés par des tables	L1-19
1.4.1 Formation.....	L1-19
1.4.2 Questions d'ordre technique	L1-20
1.4.3 Codage et interprétation.....	L1-20

Niveau 2 : Agencement, fonctionnalité et application des codes BUFR et CREX
L2- 1

Niveau 3 : Description détaillée des formes symboliques

(Cf volume séparé sur le Niveau 3 à l'intention des programmeurs de logiciels de codage et de décodage)

Niveau 1: Caractéristiques fondamentales des codes BUFR et CREX

1.1 Généralités

Comparées aux formes traditionnelles de représentation alphanumérique des données, les formes symboliques déterminées par des tables **BUFR** (**B**inary **U**niversal **F**orm for the **R**epresentation of meteorological data – Forme universelle de représentation binaire des données météorologiques) et **CREX** (**C**haracter form for the **R**epresentation and **E**Xchange of data – Code de caractère pour la représentation et l'échange de données) offrent les avantages non négligeables de la souplesse et de l'évolutivité. Ces caractéristiques positives viennent du fait que BUFR et CREX sont des codes auto-descriptifs. L'expression « auto-descriptifs » signifie que la forme et le contenu des données figurant dans un message BUFR ou CREX sont décrits dans le message lui-même. En outre, BUFR permet la condensation, ou packing, et le code alphanumérique CREX peut être lu par l'homme.

BUFR a été initialement approuvé pour utilisation en exploitation en 1988 pour la première fois. Depuis lors, il a été utilisé pour des observations de satellites, d'aéronefs et de profileurs de vent ainsi que pour des observations des cyclones tropicaux et pour l'archivage de tous types de données d'observation. L'approbation de CREX par la Commission des systèmes de base comme forme symbolique expérimentale remonte à 1994 (CSB-Ext. 94). En 1998, la CSB (CBS-Ext. 98) a recommandé que la forme symbolique CREX soit approuvée pour la représentation opérationnelle des données à compter du 3 mai 2000. Cette recommandation fut entérinée par le Conseil exécutif de l'OMM en 1999 (EC-LI (1999)). CREX est déjà utilisé par certains centres pour échanger des données radiologiques, hydrologiques et marégraphiques et des données sur l'ozone, les cyclones tropicaux et la température du sol. En matière d'échange international des données d'observation, la préférence doit toujours être accordée au code BUFR. La forme CREX ne devrait être utilisée que lorsqu'il n'est pas possible d'employer la forme BUFR. BUFR et CREX sont les seules formes symboliques dont l'OMM a besoin pour représenter et échanger les données d'observation et il est recommandé de les utiliser pour toutes les applications actuelles et futures au sein de l'OMM.

Ce guide des formes symboliques déterminées par des tables se présente en trois niveaux afin de tenir compte des degrés de détail différents dans les explications dont ont besoin les utilisateurs. Le Niveau 1 donne une description générale conçue pour les personnes qui souhaitent se familiariser avec les codes déterminés par des tables sans avoir besoin de trop de détails. Le Niveau 2 porte sur la fonctionnalité et l'application des codes BUFR et CREX et s'adresse à ceux qui doivent utiliser un logiciel pour le codage et/ou le décodage de BUFR ou de CREX, mais qui n'ont pas à écrire ce logiciel. Le Niveau 3 est conçu pour ceux qui doivent écrire des logiciels de codage et/ou de décodage pour BUFR ou CREX, mais il sera également utile à ceux qui souhaitent étudier de manière approfondie les codes déterminés par des tables.

1.2 Description générale

1.2.1 Auto-description

Comment savons-nous ce que signifie la chaîne de caractères suivante dans un code alphanumérique ?:

32325 11027 ?

Tout d'abord, il nous faut savoir dans quelle forme de représentation cette chaîne de caractères s'inscrit. Nous supposons qu'elle provient d'un bulletin de messages d'observations synoptiques ; la forme de représentation est donc FM 12 SYNOP. En deuxième lieu, il nous faut connaître la position de ces deux groupes dans le message SYNOP (deuxième et troisième groupes obligatoires dans la Section 1). Troisièmement, il convient de se référer au Manuel des codes de l'OMM, Volume I.1 (Codes internationaux), Partie A (Codes alphanumériques) pour y trouver la description de ces deux groupes dans la forme de représentation SYNOP (à moins d'avoir mis le code SYNOP en mémoire). Ce faisant, nous trouvons que les deux groupes ci-dessus ont la forme symbolique suivante :

Nddff 1s_nTTT

dans laquelle N = nébulosité totale, dd = direction du vent, ff = vitesse du vent, 1 est un indicateur de groupe, et TTT = température de l'air, dont le signe est indiqué par s_n. Toutefois, ce n'est qu'en étudiant plus avant le manuel des codes pour trouver la signification complète et les conventions de codage correspondant à cette forme symbolique que l'on peut déterminer que la couverture nuageuse du ciel est de 3/8, que le vent souffle de la direction de 230 degrés à 25 noeuds et que la température de l'air est de - 2,7 °C. La position dans le message d'observation et la convention de codage attribuée à cette position dans le relevé (soit dans le présent exemple la forme symbolique Nddff 1s_nTTT), définissent les données contenues dans les formes de représentation alphanumériques traditionnelles. Par ailleurs, s'il fallait insérer un nouveau groupe d'informations avant les deuxième et troisième groupes à caractère obligatoire de la Section 1, les positions de ces deux groupes changeraient. Une telle modification nécessiterait une actualisation correspondante de tous les programmes de codage ou de décodage de ces messages sinon le logiciel donnerait des valeurs erronées ou échouerait totalement. En effet les conventions de codage utilisées pour décrire les données sont intégrées dans le logiciel de traitement et non incluses dans les données. C'est la raison pour laquelle les formes de représentation alphanumériques traditionnelles sont incapables d'accueillir de nouveaux types de données.

Dans une forme symbolique déterminée par des tables il existe également des règles en matière de position mais elles ne s'appliquent qu'à la forme du « conteneur » (ou de la structure du code) plutôt qu'à son contenu. La présence et la forme des données sont décrites dans le « conteneur » lui-même. C'est ce que l'on appelle le concept d'auto-description. Pour ce faire, il existe dans les messages BUFR et CREX une section (la Section de description des données) dans laquelle sont définis le type et la forme des données contenues dans le message. Voici un exemple de message auto-descriptif simple :

Description des données :

Position:	Descripteur	Nom de l'élément	Unité	Champ de données (caractère)
1	B 01 001	Indicateur régional	Numérique	2
2	B 01 002	Chiffre indicatif de la station	Numérique	3
3	B 04 004	Heure	Heure	2
4	B 12 001	Température	Dixième de °C	3
5	B 11 002	Vitesse du vent	m/sec.	3
6	B 11 003	Direction du vent	Degré	3

Données:

07 444 06 154 003 230

Ici nous voyons qu'il s'agit de la station 07444, qu'il est 06 heures, que la température est de 15,4°C, que la vitesse du vent est de 3 mètres/sec et sa direction 230 degrés. La première section du message contient la description des données qui est en soi très longue par rapport aux valeurs des données. Dans un souci d'efficacité, les normes de codage des valeurs des différents paramètres physiques (unité, champ de données, échelle, etc..) ont été définies et sont inscrites dans les tables de code de l'OMM. Ainsi, au lieu d'inclure dans le message toutes les définitions détaillées, on n'indique qu'un numéro (appelé « descripteur » dans l'exemple ci-dessus) qui identifie le paramètre et le décrit. Dans ce cas, le message serait donc :

Description des données : 001002 004004 012001 011002 011003
Données : 07444 06 154 003 230

Dans les codes de l'OMM déterminés par des tables, la Section de description des données contient une séquence de descripteurs de données qui fait office de suite « d'indicateurs » désignant des éléments dans des tables prédéfinies et convenues au plan international (inscrites dans le document officiel intitulé Manuel des codes de l'OMM). Par définition, ces descripteurs sont des numéros de référence à six chiffres (ou à six caractères dans le cas de CREX) ; ils sont définis dans les tables de code expliquées plus en détails dans la section 1.2.3 ci-après. Une fois la Section de description des données lue, la section suivante, qui contient les données à proprement parler (Section des données), peut être comprise. En fait, les caractéristiques des paramètres à transmettre doivent déjà être définies dans les tables du Manuel de l'OMM avant que les données contenant ces paramètres puissent être échangées dans des messages BUFR ou CREX.

1.2.2 Structure des codes

La structure des formes symboliques BUFR et CREX est la suivante :

BUFR

SECTION 0 Section indicatrice
SECTION 1 Section d'identification
SECTION 2 (Section facultative)
SECTION 3 Section de description des données
SECTION 4 Section des données
SECTION 5 Section de fin

CREX

SECTION 0 Section indicatrice
SECTION 1 Section de description des données
SECTION 2 Section des données
SECTION 3 (Section facultative)
SECTION 4 Section de fin

Les sections indicatrices et la section d'identification du message BUFR sont des sections courtes, qui servent à identifier le message. La liste des descripteurs qui renvoient à des éléments de tables prédéfinies et convenues au plan international figurant dans le document officiel qu'est le Manuel des codes de l'OMM (décrit précédemment), est contenue dans la Section de description des données. Ces descripteurs décrivent le type des données contenues dans la Section des données ainsi que l'ordre dans lequel elles y apparaissent. La Section facultative peut être utilisée pour transmettre des informations ou paramètres à usage national. La Section de fin contient les quatre caractères alphanumériques « 7777 » signifiant que le message BUFR ou CREX est terminé.

Etant donné que dans un message CREX les données sont présentées l'une après l'autre et que les valeurs des données se rapportant aux paramètres sont transmises sous forme d'une série de caractères, la lecture d'un message CREX est très simple. Si dans un message BUFR l'ordre des données est également fourni par la Section de description des données, dans le code BUFR, les valeurs des données se rapportant aux paramètres sont traduites en une série de bits. C'est la raison pour laquelle un message BUFR n'est pas directement lisible par l'homme ou est extrêmement difficile à décoder sans l'aide d'un programme informatique. On peut considérer que CREX représente l'image, en caractères, des champs de bits de BUFR.

Lorsqu'il est nécessaire de transmettre de nouveaux paramètres ou de nouveaux types de données, il suffit d'ajouter de nouveaux éléments aux tables BUFR et CREX de l'OMM, après approbation par la CSB. Etant donné que les formes symboliques déterminées par des tables peuvent donc décrire de nouveaux paramètres par simple adjonction d'un nouvel élément dans la table de code appropriée, elles présentent donc la flexibilité voulue pour transmettre une variété infinie d'informations. Il n'est donc plus nécessaire de définir de nouvelles « formes symboliques ». Par ailleurs, les procédures et les règles sont fixées. Toute modification de la structure des codes BUFR ou CREX entraîne un nouveau numéro d'édition. Bien que ces changements d'éditions nécessitent une actualisation des logiciels de codage ou de décodage de BUFR ou CREX, ces modifications restent peu fréquentes (le numéro d'édition de BUFR n'a été modifié qu'à deux reprises depuis 1988 – cf. Section 1.3). De même, chaque fois que des adjonctions sont faites aux tables de code BUFR ou CREX un nouveau numéro de version est donné. Si les changements dans les numéros de versions sont plus fréquents que ceux des numéros d'édition, ils ne requièrent pas de modification du logiciel de traitement. Le numéro d'édition du format (structure du message) et le numéro de version des tables sont transmis dans le message lui-même (dans la Section indicatrice et la Section d'identification pour BUFR et dans la Section de description des données pour CREX) ce qui permet de traiter d'anciennes données archivées.

1.2.3 Tables BUFR et CREX

Les tables définissent la manière dont les paramètres (ou les éléments) vont être codés en tant que données élémentaires dans un message BUFR ou CREX (à savoir unité, taille, échelle). Elles sont publiées dans les Parties B (Codes binaires) et C (Eléments communs aux codes binaires et alphanumériques) du Volume I.2 (Codes internationaux) du Manuel des codes de l'OMM. Le Manuel des codes se compose également du Volume I.1 (Codes internationaux), Partie A (Codes alphanumériques) et du Volume II: Codes régionaux et pratiques nationales de codage. Ces trois volumes pris ensemble constituent la Publication OMM N° 306. Les tables qui définissent le chiffrement des codes BUFR et CREX sont les tables A, B, C, et D.

La **Table A** subdivise les données en un certain nombre de catégories discrètes (telles que données de surface – terre, Données de surface – mer, Sondages verticaux (autres que par satellite), Sondages verticaux (par satellite), etc.). Bien que n'étant pas techniquement essentielle aux systèmes de codage/décodage de BUFR ou CREX, les catégories de données figurant dans la Table A sont utiles du point de vue des télécommunications, du stockage des données dans une base de données et de l'extraction des données de cette base.

La **Table B** décrit de quelle manière les différents paramètres, ou éléments, doivent être chiffrés et déchiffrés en BUFR et CREX. Pour chaque élément, la table donne une liste avec le numéro de référence (ou descripteur de l'élément, qui est utilisé dans la section de description du code comme un « indicateur », ainsi qu'expliqué précédemment), le nom de l'élément et les informations nécessaires pour coder ou décoder cet élément. Pour BUFR,

ces informations sont les unités à employer, l'échelle et la valeur de référence à appliquer à l'élément et le nombre de bits utilisés pour décrire la valeur de l'élément (champ de données BUFR). Pour CREX, il s'agit des unités à employer, du facteur d'échelle à appliquer à la valeur de l'élément et du nombre de caractères à utiliser pour représenter cette valeur (champ de données CREX). Si l'on trouve les mêmes éléments dans les tables B de BUFR et de CREX, les unités correspondantes peuvent être différentes (BUFR utilise les unités SI, alors que les unités employées pour CREX sont davantage conçues pour les utilisateurs). Par exemple, les messages BUFR donnent la température en Kelvin et les CREX en Celsius. Les descripteurs des données élémentaires transmis dans un relevé sont énumérés dans la Section de description des données. A titre d'exemple, on trouvera ci-après la Table B de BUFR et CREX pour la température.

La Table B est fondamentale pour le codage et le décodage tant en BUFR qu'en CREX.

Classe 12 - Température

DESCRIPTEUR	NOM DE L'ELEMENT	BUFR				CREX		
		UNITÉ	ÉCHELLE	VALEUR DE RÉFÉRENCE	CHAMP DE DONNÉES (Bits)	UNITÉ	ÉCHELLE	CHAMP DE DONNÉES (Caractère)
F X Y								
0 12 001	Température/température du thermomètre sec	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 002	Température du thermomètre humide	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 003	Température du point de rosée	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 004	Température du thermomètre sec à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 005	Température du thermomètre humide à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 006	Température du point de rosée à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 007	Température virtuelle	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 011	Température maximale, à une hauteur et sur une période déterminées	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 012	Température minimale, à une hauteur et sur une période déterminées	K	1	0	12	°C	1	3

Note: Pour coder les valeurs selon le code BUFR, on multiplie les données (dont les unités sont indiquées dans la colonne UNITÉ) par 10 à la puissance indiquée dans la colonne ÉCHELLE. Puis on soustrait la VALEUR DE RÉFÉRENCE. Dans l'exemple ci-dessus, en BUFR les données seront donc chiffrées en 10^{ème} de degré Kelvin.

Pour coder les valeurs selon le code CREX, on multiplie les données (dont les unités sont indiquées dans la colonne UNITÉ) par 10 à la puissance indiquée dans la colonne ÉCHELLE. Dans l'exemple ci-dessus, en CREX les données seront donc chiffrées en 10^{ème} de degré Celsius.

La **TABLE C** définit différentes opérations applicables aux éléments. Chacune de ces opérations est assortie d'un descripteur d'opération. Par exemple, la Table C du code BUFR contient des descripteurs d'opérations permettant de modifier le facteur d'échelle, la valeur de référence ou le champ de données indiqués pour un paramètre dans la Table B du même code. Certaines des opérations définies dans la Table C du code BUFR sont relativement complexes. Les descripteurs d'opérations sont décrits au Niveau 2 et repris en détails au Niveau 3. Ces descripteurs existent également dans le code CREX, mais leur nombre et leur usage sont assez limités.

S'ils ne sont pas essentiels aux opérations de codage et de décodage des messages en code BUFR ou CREX, les descripteurs d'opérations sont utiles pour réduire le nombre des adjonctions aux tables et inclure des informations sur l'évaluation de la qualité.

La **TABLE D** définit des groupes d'éléments qui sont toujours transmis ensemble (comme pour un message SYNOP ou TEMP ordinaire) au sein d'une séquence dite séquence commune. Lorsque l'on utilise un descripteur de séquence commune, il n'est pas nécessaire d'indiquer à chaque fois les descripteurs des différents éléments dans la section de description des données. Ceci permet de réduire l'espace occupé par un message BUFR ou CREX. Les séquences communes sont définies dans les tables D des codes BUFR et CREX. On trouvera ci-après un exemple de la Table D du code BUFR.

S'ils ne sont pas essentiels aux opérations de codage et de décodage des messages en code BUFR et en code CREX, les descripteurs de séquences sont utiles pour diminuer l'espace nécessaire aux messages BUFR et CREX.

Séquences météorologiques communes aux données de surface

DESCRIPTEUR			SÉQUENCE DE DESCRIPTEURS	NOM DE L'ÉLÉMENT
F	X	Y		
3	02	001	0 10 004	Pression (au niveau de la station)
			0 10 051	Pression réduite au niveau moyen de la mer
			0 10 061	Variation de pression en 3 heures
			0 10 063	Caractéristique de la tendance barométrique
(Station à haute altitude)				
3	02	002	0 10 004	Pression (au niveau de la station)
			0 07 004	Niveau barique
			0 10 003	Géopotential du niveau barique
			0 10 061	Variation de pression en 3 heures
			0 10 063	Caractéristique de la tendance barométrique
3	02	003	0 11 011	Direction du vent (10 m)
			0 11 012	Vitesse du vent (10 m)
			0 12 004	Température (2 m)
			0 12 006	Point de rosée (2 m)
			0 13 003	Humidité relative
			0 20 001	Visibilité horizontale
			0 20 003	Temps présent

DESCRIPTEUR	SÉQUENCE DE DESCRIPTEURS	NOM DE L'ÉLÉMENT
F X Y	0 20 004	Temps passé(1)
	0 20 005	Temps passé (2)

1.2.4 Caractéristiques communes à BUFR et à CREX

Structure: le code CREX a été conçu à dessein comme une version alphanumérique de BUFR. Il n'est donc pas surprenant d'observer de nombreuses similitudes structurelles entre les formes de représentation CREX et BUFR. Les deux codes permettent l'auto-définition par l'inclusion dans chaque message d'une section décrivant la forme et le contenu des données figurant dans ledit message. Les messages BUFR comme les messages CREX débutent par une représentation alphanumérique du nom de la forme symbolique, contiennent tous deux des sections facultatives et ont des Sections de fin identiques.

Tables: La Table A est identique pour BUFR et CREX. Par ailleurs, BUFR et CREX définissent la même série d'éléments à l'aide de descripteurs quasiment identiques – la première valeur du descripteur, qui indique le type de descripteur, est binaire en code BUFR et alphanumérique en code CREX, mais le restant des descripteurs est identique pour des éléments identiques. C'est ce qui a permis de n'élaborer qu'une seule Table B pour les deux codes. Enfin, si les tables D des deux codes sont différentes, elles ont été étroitement coordonnées. Les séquences communes aisément convertibles d'un code à l'autre ne sont pas définies à la fois dans la Table D du code BUFR et dans la Table B du code CREX. Si une séquence de la Table D du code CREX n'est pas définie dans la Table D du code BUFR, elle est affectée d'un numéro qui n'est utilisé par aucune des séquences de BUFR. De même, les séquences de la Table D du code BUFR qui n'ont pas d'équivalent en CREX portent des numéros qui ne figurent pas dans la Table D du code CREX. Les Tables A, B et D contiennent des séries de numéros de descripteurs autres que la série des numéros approuvés au plan international. Ces numéros peuvent servir à définir des descripteurs spéciaux à usage national ou local, permettant ainsi l'échange interne de données nationales spéciales.

Tables de code et d'indicateurs : Un élément basé sur un code (Type de nuage par exemple) ou une série de conditions définies par des indicateurs (bits mis à 0 ou à 1) sont associés à une Table de code ou à une Table d'indicateurs. Dans ce cas, la colonne des unités de la Table B indique « Table de code » ou « Table d'indicateurs ». Les Tables de code et tables d'indicateurs sont identiques pour BUFR et CREX (toutefois, dans les messages CREX, les valeurs des indicateurs sont codées en numérotation octale). On trouvera ci-après un exemple de table de code et de table d'indicateurs :

0 20 024

Intensité du phénomène

Chiffre
du
code

0	Pas de phénomène
1	Léger
2	Modéré
3	Fort
4	Violent
5-6	En réserve
7	Valeur manquante

0 20 025

Obscurcissement

Numéro de bit	
1	Brouillard
2	Brouillard glacé
3	Brouillard d'évaporation
4-6	En réserve
7	Brume
8	Brume sèche
9	Fumée
10	Cendre volcanique
11	Poussière
12	Sable
13	Neige
14-20	En réserve
21 bits mis à 1	Valeur manquante

Tables BUFR et CREX

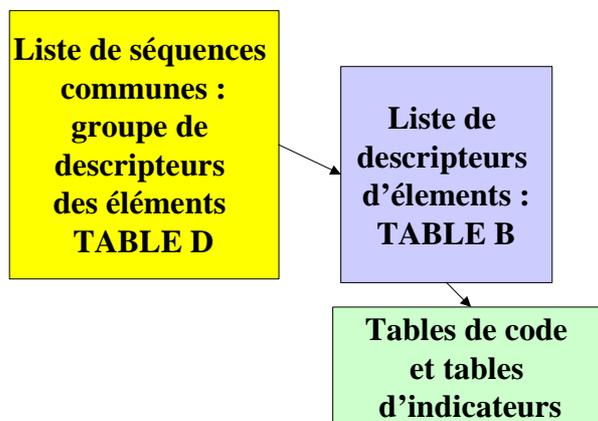


Figure 1

Processus de décodage : les logiciels utilisés pour décoder les messages en code BUFR et CREX doivent avoir les tables en mémoire. Le processus de décodage est représenté sur la figure 1 ci-dessus et résumé ci-après :

- Le décodeur identifie les descripteurs successifs de la Section de description des données. Si un descripteur est un descripteur d'élément, le décodeur vérifie les caractéristiques de l'élément (unité, échelle, valeur de référence, champ de données) dans la Table B. Si un descripteur est un descripteur de séquence, le décodeur vérifie la séquence dans la Table D. Si la séquence de la Table D ne contient que des

descripteurs d'éléments, le décodeur vérifie les caractéristiques des éléments dans la Table B avant de passer au descripteur suivant de la Section de description des données. En revanche, si la séquence de la Table D contient d'autres descripteurs de séquence, le décodeur les vérifie dans la Table D et répète ce processus jusqu'à ce que seuls restent des descripteurs d'éléments. Ensuite, le décodeur vérifie les caractéristiques de ces éléments dans la Table B puis passe au descripteur suivant de la Section de description des données. Lorsque le décodeur a identifié les caractéristiques de tous les éléments auxquels il est fait référence dans la Section de description des données, il peut décoder les valeurs de la Section des données.

- Lorsque la colonne UNITE du descripteur d'éléments de la Table B indique "Table de code" ou "Table d'indicateurs", l'interprète des données déchiffrées devra se reporter à la table de code ou d'indicateurs correspondante pour comprendre la signification de la valeur chiffrée. Par interprète on entend soit une personne, soit, dans certains cas, un processus automatisé agissant en fonction de la valeur de la forme symbolique ou des indicateurs.

Fonctionnalité : La nature auto-descriptive des codes BUFR et CREX présente un avantage supplémentaire par rapport aux formes symboliques alphanumériques traditionnelles - le décodage relativement facile des messages. S'il faut un grand nombre de programmes spécialisés et complexes pour décoder la pléthore de codes alphanumériques actuellement utilisés, un seul programme décodeur « universel » BUFR ou CREX est en mesure de déchiffrer n'importe quel message en code BUFR ou CREX. La rédaction d'un tel décodeur n'est pas tâche aisée, mais, une fois réalisée, il n'est pas nécessaire de modifier le décodeur lors des changements de versions de tables mais uniquement lors des changements d'édition. Les changements d'édition devraient rester peu fréquents, beaucoup moins que dans le cas des formes symboliques alphanumériques traditionnelles. Le programme n'a donc pas à être modifié lorsque les changements en matière d'observation changent; il suffit de compléter les tables, tâche relativement facile. Cette fonction d'auto-description permet aussi d'inclure aisément dans les messages en code BUFR et CREX de nouvelles données dans des types de messages d'observation existant ainsi également que de nouveaux types de messages d'observation.

Autre caractéristique des codes BUFR et CREX, la répétition. La répétition consiste à répéter un paramètre ou un groupe de paramètres un certain nombre de fois, comme dans les messages d'observation TEMP ou PILOT à plusieurs niveaux. Le nombre de fois ou le paramètre ou le groupe de paramètres doit être répété peut être indiqué soit dans la Section de description des données, lorsque le nombre de répétitions est un nombre fixe connu, soit dans la Section des données, lorsque ce n'est pas le cas (il s'agit alors d'une « répétition différée »).

1.2.5 Différences

Le code **BUFR** permet un tassement des données. Ainsi, la transmission et le stockage des données volumineuses (telles que données de satellites, données ACARS ou données de profileurs de vent) requièrent moins de ressources qu'en code CREX. Le code BUFR permet également de transmettre des informations sur la qualité en même temps que les données d'observation originales. Toutefois, le code BUFR n'est pas adapté à la reconnaissance visuelle des données et le traitement des messages en BUFR (codage et décodage) nécessite des programmes informatiques bien conçus.

Le code **CREX** est plus simple que le code BUFR et donc plus facile à comprendre, à coder et, comme ils s'agit d'une forme symbolique alphanumérique, à lire après seulement quelques heures d'explications. Il est donc particulièrement utile lorsque l'équipement

informatique fait défaut. Toutefois, CREX ne permet pas la compression et offre nettement moins de facilités pour inclure des informations sur la qualité que le code BUFR.

1.2.6. Exemples de messages CREX

La présentation d'un exemple de message en code BUFR dépasse la portée du Niveau 1 de ce Guide. Des détails sont donnés au Niveau 3. En revanche, le code CREX est plus simple que le code BUFR et sa nature alphanumérique permet de présenter ici deux exemples de messages CREX.

Message d'observation en surface provenant d'une station terrestre à position fixe :

Le premier exemple est celui d'un message d'observation en surface provenant d'une station terrestre à position fixe. Actuellement, ce type de message d'observation est échangé en code FM 12-XI Ext. SYNOP. Le message fourni à titre d'exemple est présenté à la fois en code SYNOP et en code CREX.

- En forme symbolique **FM 12-XI Ext. SYNOP:**

```
AAXX 09091  
03075 41480 62413 11073 21105 39962 40001 55019 71562 86800=
```

- En forme symbolique **FM 95-XII CREX:**

```
CREX++  
  
T000101 A000 D07999++  
03 075 1 1989 01 09 09 00039 5845 -00308 0030 3000 075 240 0013 -073 -105  
09962 10001 05 0019 015 07 02 075 38 20 10++  
7777
```

Section indicatrice
Section de description
Section des données
Section de fin

- Interprétation de l'exemple:

Chiffré en SYNOP	Chiffré en CREX	Nom de l'élément	Valeur déchiffrée	Section des données CREX
	CREX T000101	Indicateur de message CREX Table principale numéro 00 du code CREX, édition 01, version 01		
	A000	Type de données (000 = Données de surface – terre)		
	D07999	Voir note ci-dessous		
ll = 03	B 01 001	Indicateur régional OMM		03
lii = 075	B 01 002	Chiffre indicatif OMM de la station		075
i _R = 4		Aucune correspondance nécessaire en CREX		
i _x = 1	B 02 001	Type de station	avec personnel	1
	B 04 001	Année (de l'observation)		1989
	B 04 002	Mois (de l'observation)		01
	B 04 003	Jour (de l'observation)		09
	B 04 004	Heure (de l'observation)		09
	B 07 001	Hauteur de la station (baromètre)	39 m	00039
	B 05 002	Latitude (approximative)	58,45 deg.	5845
	B 06 002	Longitude (approximative)	- 3,08 deg.	-00308
h = 4	B 20 013	Hauteur de la base des nuages	300 m	0030
vv = 80	B 20 001	Visibilité horizontale	30 km	3000
n = 6	B 20 010	Nébulosité (totale)	6/8 = 75 %	075
dd = 24	B 11 011	Direction du vent à 10 m	240 degrés	240
ff = 13	B 11 012	Vitesse du vent à 10 m	13 m/s	0013
s _n TTT = 1073	B 12 004	Température du thermomètre sec à 2 m	- 7,3 °C	-073
s _n T _d T _d T _d = 1105	B 12 006	Température du point de rosée à 2 m	- 10,5 °C	-105
P ₀ P ₀ P ₀ P ₀ = 9962	B 10 004	Pression	996,2 hPa	09962
PPPP = 0001	B 10 051	Pression réduite au niveau moyen de la mer	1000,1 hPa	10001
a = 5	B 10 063	Caractéristique de la tendance barométrique		05
ppp = 019	B 10 061	Changement de pression en 3 heures	1,9 hPa	0019
ww = 15	B 20 003	Temps présent	Précipitations en vue	015
w ₁ = 7	B 20 004	Temps passé(1)	Neige	07
w ₂ = 2	B 20 005	Temps passé (2)	Nuages couvrant plus de la moitié du ciel	02
N _h = 6	B 20 051	Quantité de nuages bas	6/8 = 75 %	075

$C_L = 8$	B 20 012	Type de nuages (de l'étage inférieur)	Cu et Sc	38
$C_M = 0$	B 20 012	Type de nuages (de l'étage moyen)	pas de nuages C_M	20
$C_H = 0$	B 20 012	Type de nuages (de l'étage supérieur)	pas de nuages C_H	10
		Fin de la Section des données		++
		Fin du message CREX		7777

Note:

Le descripteur de séquence 07999 représente la séquence des descripteurs d'éléments B01001, B01002, B02001,, B20012 indiqués dans la troisième colonne. Le descripteur de séquence D07999 est hypothétique et a été créé pour cet exemple. Mis à part l'identification du moment (année, mois, jour, heure) et les coordonnées de position (hauteur du baromètre, latitude, longitude) la séquence des éléments du message CREX correspond à celle du message SYNOP présenté ci-dessus. La transmission systématique des coordonnées géographiques, facile à réaliser avec les codes déterminés par des tables, atténuerait les fameux problèmes relatifs au Volume A. Les mises à jour du Volume A subissent des retards excessifs, car le Secrétariat de l'OMM reçoit parfois avec beaucoup de retard les mises à jour que les pays doivent envoyer, pour ne pas dire jamais. Par ailleurs, des retards viennent s'ajouter lorsque les centres du SMTD doivent appliquer les changements dans leurs propres bases de données. La transmission des coordonnées géographiques avec les données elles-mêmes résoudrait 98% des cas de coordonnées erronées des stations. Les 2% d'erreurs restants, qui sont des cas où la station elle-même a été positionnée de manière incorrecte, subsisteraient bien entendu.

Sondage d'ozone : Le deuxième exemple est un sondage d'ozone. Il n'existe pas de code alphanumérique traditionnel du système FM de l'OMM pour représenter ces données. L'exemple ne fournit donc que la version CREX. Ces données ont été parmi les premières données échangées de manière opérationnelle en code CREX.

- En forme symbolique **FM 95-XII CREX**:

```
KULA01 CWAO 051800
CREX++
T000101 A008 D09040++
71 917 EUREKA      7598 -08593 00010 18 1998 04 29 23 18
061 019 //// //// 375 0082
0000 400 10137 030 0000 200 10000 030 0001 002 09687 037
0002 002 09366 033 0004 002 08831 037 0005 200 08500 036
0007 002 08013 043 0007 002 07881 047 0008 002 07646 037
0009 002 07442 042 0011 200 07000 031 0012 002 06849 027
0013 002 06710 036 0015 002 06291 029 0022 200 05000 028
0025 002 04557 027 0029 002 04065 024 0029 200 04000 020
0032 002 03626 025 0038 002 03000 020 0040 002 02890 021
0040 002 02829 065 0041 002 02726 105 0043 002 02576 118
0044 200 02500 135 0048 002 02218 165 0049 002 02147 161
0050 002 02104 171 0051 002 02031 153 0051 002 02010 159
0051 200 02000 171 0052 002 01941 188 0054 002 01854 198
0056 002 01744 187 0056 002 01717 194 0057 002 01683 191
0058 002 01640 161 0058 002 01623 159 0059 002 01585 168
0059 002 01576 185 0060 002 01545 197 0061 002 01500 202
0063 002 01414 221 0064 002 01370 220 0065 002 01335 230
0066 002 01269 219 0067 002 01232 227 0067 002 01226 235
0068 002 01208 241 0072 002 01055 242 0074 200 01000 236
0075 002 00960 228 0076 002 00936 192 0077 002 00912 180
0078 002 00897 187 0078 002 00883 210 0079 002 00868 221
0079 002 00850 202 0080 002 00841 199 0081 002 00815 208
0081 002 00807 189 0081 002 00803 171 0082 002 00790 152
0082 002 00777 157 0083 002 00764 172 0084 002 00741 156
0084 002 00722 156 0085 002 00715 162 0085 200 00700 188
0085 200 00700 193 0086 002 00682 203 0088 002 00639 212
0090 002 00608 206 0091 002 00588 190 0091 002 00582 192
0092 002 00570 209 0092 002 00557 215 0096 200 00500 197
0099 002 00437 171 0108 002 00316 139 0110 200 00300 128
0115 002 00242 108++
7777
```

- Interprétation de l'exemple:

<u>Groupe</u>	<u>Signification</u>	<u>Valeur</u>
CREX++		
T000101		
A008		
D09040	: B01001 + B01002 + ... + B15003, avec	
B01001	Indicateur régional OMM	71
B01002	Chiffre indicatif OMM de la station	917
B01075	: Nom de la station ou du site	Eureka
B05002	: Latitude	7598
B06002	Longitude	-08593
B07001	Hauteur de la station	00010
B08021	: 18 = le moment du lancement suit	18
B04001	: Année	1998
B04002	Mois	04
B04003	Jour	29
B04004	: Heures	23
B04005	Minutes	18
B02011	: Type de radiosonde	061
B02143	: Type d'instrument de mesure de l'ozone	019
B02142	: Numéro de série ou identificateur de la sonde d'ozone	///
B15004	: Facteur de correction du sondage de l'ozone	///
B15005	: Pression partielle de l'ozone	375
R04000	: Facteur de répétition différée = nombre de niveaux	0082
	Les 4 descripteurs suivants sont répétés 82 fois	
B04015	: Incrément temporel depuis le moment du lancement (minutes)	0000, 0000, 0001, etc,
B08006	: VSS de l'ozone	400, 200, 002, etc.
B07004	: Pression	10137, 10000, 09687, etc.
B15003	: Pression partielle mesurée de l'ozone	030, 030, 037, etc.
++		
7777	Fin du message	

Note: Le descripteur de séquence D09040 représente la séquence des descripteurs D01001, B01015, D01204,....., B15003 énumérés dans la première colonne.

1.3 Procédures d'actualisation

Comme indiqué dans la Section 1.2.2, il y a deux grandes catégories de changements aux codes BUFR et CREX – les changements dans la structure des codes et les adjonctions aux tables qui leurs sont associées. Les modifications de structure des codes nécessitent un nouveau numéro d'édition et des modifications correspondantes dans le logiciel de traitement alors que les adjonctions aux tables requièrent un nouveau numéro de version de table mais aucune modification de logiciel. En conséquence, les changements dans la structure des codes BUFR et CREX sont très peu fréquents. L'édition originale du code BUFR a été approuvée pour une utilisation en exploitation en 1988. Les changements à la structure du code approuvés pour une utilisation opérationnelle en novembre 1991 représentent l'édition 2 du code BUFR. Les changements supplémentaires destinés à permettre une représentation des informations sur la qualité des données et à établir les tables de code communes, approuvés pour une entrée en vigueur en novembre 1995 représentent l'édition actuelle, N° 3, du code BUFR. Ainsi, la structure du code BUFR n'a changé qu'à deux reprises depuis son entrée en vigueur initiale, en 1988.

Les adjonctions aux tables, qui sont nettement moins perturbantes mais qui sont requises avec une plus grande fréquence et avec un plus grand caractère d'urgence interviennent plus souvent (il y a eu 9 adjonctions aux tables depuis 1988). Tous les changements aux

codes BUFR et CREX font l'objet de suppléments au Manuel des codes de l'OMM. Toutefois, le rythme de parution de ces suppléments n'est pas de plus d'un par an.

1.3.1 Procédures générales

Les propositions d'amendements aux codes BUFR et CREX sont présentées par écrit au Secrétariat de l'OMM. Chaque proposition est accompagnée d'un texte exposant besoins, objectifs et exigences et désignant un agent de liaison pour les questions d'ordre technique. Avec l'appui du Secrétariat, l'Equipe d'experts pour la représentation des données et les codes relevant du Groupe d'action sectoriel ouvert des systèmes et services d'information (GASO/SSI) de la Commission des systèmes de base (CSB) valide ensuite les besoins exprimés et formule un projet de recommandation pour y répondre comme il se doit.

La suite varie alors selon que le projet de recommandation implique une modification de la structure des codes ou des adjonctions aux tables sur lesquelles ils sont fondés.

1.3.2 Mise à jour des structures

Lorsque la solution recommandée par l'Equipe d'experts pour la représentation des données et les codes nécessitent des changements dans les structures des codes BUFR et CREX, la recommandation doit être approuvée en plénière par la CSB et le Conseil exécutif de l'OMM. Avant d'être soumis à la CSB, le projet de recommandation doit avoir été entériné par le président du GASO/SSI, et ce suffisamment à temps pour que le projet de recommandation fasse l'objet d'un document pré-session, trois mois au moins avant la session de la CSB. Si la CSB approuve le projet de recommandation, celui-ci est ensuite présenté à l'approbation du Conseil exécutif de l'OMM en plénière. Une fois approuvée par le Conseil exécutif, la recommandation entre en vigueur le premier mercredi qui suit le 1er novembre de l'année suivant la session de la CSB.

1.3.3 Mise à jour des Tables

La procédure employée pour les adjonctions aux tables peut être la même que pour les modifications de structure. Toutefois, comme indiqué précédemment, les adjonctions aux tables représentent moins de perturbations que les changements de structure mais doivent être apportées plus fréquemment et avec un plus grand caractère d'urgence. Le Secrétariat de l'OMM a donc élaboré une procédure d'approbation spéciale, pour répondre avec la souplesse requise aux besoins urgents exprimés par les usagers durant les intersessions (c'est à dire entre deux sessions de la CSB). Cette procédure d'approbation est appelée « procédure accélérée ». Il n'est alors pas nécessaire que la recommandation soit approuvée par la CSB et le Conseil exécutif en plénière. Après approbation par le président du GASO/SSI, le projet de recommandation est approuvé par le président de la Commission des systèmes de base, au nom de celle-ci, et le Président de l'OMM, au nom du Conseil exécutif.

Le nombre d'amendements approuvés via la procédure accélérée est habituellement limité à un par année, la date d'entrée en vigueur étant fixée au premier mercredi qui suit le 1er novembre. Toutefois, si les présidents de l'Equipe d'experts pour la représentation des données et les codes et du GASO des systèmes et services d'information conviennent que la situation revêt un caractère exceptionnel, un deuxième amendement peut être approuvé dans l'année via la procédure accélérée. Quel que soit le cas, les Membres de l'OMM doivent être avisés officiellement des amendements approuvés via la procédure accélérée au moins trois mois avant la date de leur entrée en vigueur.

1.3.4 Validation des mises à jour

Qu'il s'agisse de changements dans la structure des codes BUFR ou CREX ou d'adjonction aux tables qui leurs sont associées, toutes les modifications doivent être validées conformément à une procédure fixée par la CSB. Selon cette procédure, les changements proposés doivent être testés en utilisant au moins deux dispositifs de codage mis au point séparément et deux dispositifs de décodage, mis au point séparément eux aussi et incluant les modifications proposées. Toutefois, si les données ne proviennent que d'une seule source (par exemple d'un satellite expérimental), des essais concluants conduits à l'aide d'un seul dispositif de codage et d'au moins deux dispositifs de décodage indépendants sont considérés comme satisfaisants.

Lorsque la CSB est saisie en session plénière d'un projet de recommandation, elle peut soit l'approuver soit le rejeter mais ne peut pas le modifier.

1.4 Directives pour le passage aux codes déterminés par des tables

Le processus permettant de passer de l'utilisation actuelle, en parallèle, des codes alphanumériques traditionnels et des codes BUFR et CREX, à l'utilisation de ces deux derniers codes à l'exclusion de tout autre. Ce processus prendra un certain temps et va demander beaucoup d'efforts à un grand nombre de personnes. Il s'agit toutefois d'une évolution essentielle si la communauté de l'OMM veut se retrouver en mesure de réagir facilement et efficacement aux nouveaux besoins en matière de paramètres et de nouveaux types de données. On peut également en attendre d'autres avantages tels qu'une amélioration de la qualité des données d'observation et une diminution des dépenses de formation. Cette section du document passe en revue certaines des questions qui doivent être abordées pour que cette transition réussisse.

1.4.1 Formation

Au coeur du processus de transition se trouve la représentation des données d'observation à insérer dans le Système d'information de l'OMM en code BUFR ou CREX. La formation est donc un élément essentiel pour les Membres. Le type de formation nécessaire dépend de l'application. Comme indiqué ci-dessus, lorsque des données doivent être insérées dans le Système d'information de l'OMM, le premier choix pour représenter les données d'observation devrait se porter sur le code BUFR. Ce code nécessite du matériel informatique et des logiciels ; il est déjà possible de se procurer des logiciels de codage et de décodage BUFR auprès de certains Membres. Les Membres qui ont l'intention d'utiliser le code BUFR pour coder leurs données d'observation doivent commencer dès à présent à former leur personnel pour ce faire. Il est prévu que le Secrétariat de l'OMM organise des cycles de formation au code BUFR et des activités devraient aussi être organisées à l'échelon national. Néanmoins, la formation au code BUFR peut débuter dès à présent avec l'étude de ce Guide. Le personnel appelé à utiliser le logiciel devrait étudier au moins les Niveaux 1 et 2 du Guide. Le personnel chargé de rédiger le logiciel BUFR doit prendre connaissance des trois niveaux.

Les Membres qui estiment ne pas être encore en mesure d'utiliser le code BUFR peuvent commencer à prévoir l'utilisation du code CREX. Le personnel appelé à coder les observations en code CREX ou à interpréter les observations codées en code CREX doit suivre une formation. Comme dans le cas du code BUFR, il est prévu que le Secrétariat de l'OMM organise des cycles de formation au code CREX et que des activités soient aussi organisées à l'échelon national. Là encore, la formation peut toutefois débuter dès

maintenant par l'étude de ce guide. Qu'il soit prévu de coder ou d'interpréter des observations en CREX, il est recommandé d'étudier les parties des trois niveaux du Guide consacrées à ce code.

1.4.2 Questions d'ordre technique

Les Membres qui prévoient d'intégrer le code BUFR dans leurs activités opérationnelles devraient revoir leur système de télécommunications afin de s'assurer qu'il permet les transmissions en binaire. Par ailleurs, durant le processus de transition, il peut être nécessaire de maintenir une double transmission des observations pendant un certain temps, en utilisant une combinaison des codes BUFR et CREX ou en les combinant avec des formes symboliques alphanumériques traditionnelles. Ceci augmentera à la fois le volume des données (probablement pas dans des proportions considérables) et le nombre des messages. Les Membres devraient réviser la capacité de leurs systèmes de télécommunications dans cette optique.

L'un des autres éléments clés de la transition sera la mise au point de modèles en code BUFR et CREX pour la plupart des types de données actuellement échangées dans les formes symboliques alphanumériques traditionnelles. Chaque modèle décrira la manière dont les données de chacune des formes symboliques alphanumériques traditionnelles à remplacer seront représentées en code BUFR et CREX. La section 1.2.6 de ce niveau présente un modèle hypothétique en code CREX. L'Equipe d'experts pour la représentation des données et les codes du GASO/SSI de la CSB travaille activement à la mise au point de tous les modèles requis, travail qui devrait être terminé sous peu. Les modèles seront décrits plus en détails dans le Niveau 3. Le travail de l'Equipe d'experts terminé, tous les modèles seront communiqués aux Membres de l'OMM. Une fois disponibles, les modèles devraient être étudiés avec soin par toutes les personnes appelées à utiliser le code BUFR ou le code CREX.

1.4.3 Codage et interprétation

Codage : Les personnes appelées à chiffrer les données d'observation en code BUFR ou CREX doivent apprendre les règles applicables à ces codes et les respecter. Ce Guide n'a pas pour but de décrire ou d'interpréter les règles. Celles-ci sont consignées dans la publication OMM N° 306, Vol.1.2, Partie B. Etant donné que toute personne chiffrant des données en code BUFR devra faire appel à un logiciel approprié, il lui conviendra également d'apprendre la forme que doivent revêtir les données initiales requises par le logiciel utilisé.

Interprétation : Comme pour le codage, toute personne souhaitant interpréter des informations codées en code BUFR doit utiliser un ordinateur. Ces personnes doivent donc comprendre la forme sous laquelle se présentent les produits du programme informatique ainsi que les règles et procédures. En revanche, étant donné que le code CREX se prête à la reconnaissance visuelle, il peut être aisément compris à condition de bien connaître le code.

Niveau 2: Agencement, fonctionnalité et application des codes BUFR et CREX

Table des matières

	Page
2.1 Agencement des codes et Tables	L2- 2
2.1.1 Sections d'un message BUFR	L2- 2
2.1.2 Sections d'un message CREX	L2- 9
2.1.3 Descripteurs BUFR et CREX	L2-14
2.1.4 Tables BUFR et CREX.....	L2-16
2.2 Applications	L2-30
2.2.1 BUFR	L2-30
2.2.1.1 Représentation de nouvelles informations.....	L2-30
2.2.1.2 Simplification de l'échange des données	L2-31
2.2.1.3 Inclusion d'informations sur la qualité et le contrôle	L2-35
2.2.1.3 Simplification du traitement et du stockage des données	L2-35
2.2.1.5 Utilisation dans une base de données	L2-36
2.2.2 CREX	L2-36
2.2.2.1 Représentation de nouvelles informations en fonction d'exigences de lisibilité.....	L2-36
2.2.2.2 Inclusion d'informations sur la qualité et le contrôle	L2-37
2.2.2.3 Simplification de l'échange des données	L2-37
2.2.2.4 Réduction des dépenses de formation	L2-38

2.1 Agencement des codes et tables

2.1.1 Sections d'un message BUFR

Vue d'ensemble d'un message BUFR.

Le terme « message » fait référence à l'utilisation du code BUFR comme format de transmission de données; toutefois, BUFR peut être utilisé et est utilisé dans un certain nombre de centres de traitement de données météorologiques comme format de stockage en ligne et comme format d'archivage de données. Pour la transmission des données, chaque message BUFR est composé d'un train de bits continu comportant six sections.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section	Section	Section	Section	Section	Section
0	1	2	3	4	5
Numéro de la section	Dénomination	Contenu			
0	Section indicatrice	"BUFR" (codé conformément à l'Alphabet international N°5 du CCITT, équivalant au plan fonctionnel au code ASCII), longueur du message, numéro d'édition BUFR			
1	Section d'identification	Longueur de la section, identification du message			
2	Section facultative	Longueur de la section et éléments supplémentaires à usage local pour les centres de traitement automatique des données			
3	Section de description des données	Longueur de la section, nombre de sous-séries de données, indicateur de la catégorie de données, indicateur du type de compression des données et ensemble de descripteurs définissant la forme et le contenu de chaque élément de données			
4	Section des données	Longueur de la section et données binaires			
5	Section de fin	"7777" (codé conformément à l'Alphabet international N° 5 du CCITT)			

Chaque section d'un message BUFR se compose d'une série d'octets. Le terme octet, qui signifie 8 bits, a été utilisé pour éviter d'avoir constamment à préciser qu'il s'agissait d'un multiplet de 8 bits. Chaque section contient toujours un nombre pair d'octets, des bits mis à zéro étant ajoutés le cas échéant. Dans chaque section, les octets sont numérotés 1, 2, 3, etc., en commençant au début de la section. Au sein de chaque octet, les bits sont appelés bit 1 à bit 8 en référence à leur position, le bit 1 étant le bit le plus significatif et le plus à gauche ou bit de poids fort. Un octet ou seul le bit 8 est mis à 1 portera la valeur entière 1.

La taille limite maximale d'un message BUFR est assez importante et est déterminée par le nombre maximum qui tient dans les octets 5 – 7 de la Section indicatrice ($2^{24} - 1$ ou 16777215 octets). Cependant, par convention les messages BUFR sont limités à 15000 octets ou 120000 bits. Cette limite est déterminée par la capacité du Système mondial des télécommunications (SMT) de l'OMM. La caractéristique BLOK, décrite ailleurs, peut être utilisée pour subdiviser les très longs messages BUFR en plusieurs parties.

Section 0 – Section indicatrice

TRAIN DE BITS CONTINU					
SECTION 0	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5
Octet N°	Contenu				
1 – 4	"BUFR" (codé conformément à l'Alphabet international N° 5 du CCITT)				
	OCTET N°	1	2	3	4
	BINAIRE	01000010	01010101	01000110	01010010
	HEXADÉCIMAL	4	2	5	5
	DÉCODÉ	B	U	F	R
5 – 7	Longueur totale du message BUFR, en octets (y compris la Section 0)				
8	Numéro d'édition BUFR (actuellement 3)				

Les éditions précédentes du code BUFR n'incluaient pas la longueur totale du message dans les octets 5-7. Ainsi, lors du décodage des messages selon les éditions 0 et 1 du code BUFR, il n'y avait pas moyen de déterminer la longueur totale du message sans balayer vers l'avant pour trouver la longueur de chacune des sections prise individuellement. Ce problème a été éliminé avec l'édition 2, par l'inclusion de la longueur totale du message dès le début. A dessein, l'édition 2 de BUFR contenait le numéro d'édition BUFR dans l'octet 8, soit la même position d'octet par rapport au début du message que dans les éditions 0 et 1. En conservant la position relative inchangée, un programme décodeur peut déterminer dès le départ la version BUFR qui a été utilisée pour un message donné et adapter son comportement. Ceci signifie qu'il n'a pas été nécessaire de mettre à jour les archives de relevés codés selon les éditions 0 et 1 du code BUFR.

Section 1 - Section d'identification.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0	SECTION 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5
Octet N°	Contenu				
1 – 3	Longueur de la section, en octets				
4	Numéro de la table principale du code BUFR – ceci permet d'utiliser BUFR pour représenter des données provenant d'autres disciplines, et avec les versions de tables principales et locales propres à ces disciplines. Par exemple, cet octet est mis à zéro si les tables normalisées du code FM 94 BUFR de l'OMM est utilisé mais il est mis à 10 pour les tables normalisées du code FM 94 BUFR de la COI utilisé pour les données océanographiques.				
5 – 6	Centre d'origine : table de code 0 01 033				
7	Numéro de mise à jour du message (zéro pour les messages BUFR initiaux; augmenté de 1 pour chaque mise à jour)				
8	Bit 1 = 0 Pas de section facultative				
	= 1 Section facultative incluse				
	Bits 2 – 8 mis à zéro (en réserve)				
9	Catégorie de données (Table A du code BUFR)				
10	Sous-catégorie de données (définie par les centres locaux de traitement automatique des données)				
11	Numéro de version de la table principale utilisée (actuellement 9 pour les tables du code FM 94 BUFR de l'OMM)				
12	Numéro de version des tables locales utilisées pour compléter la table principale				
13	Année du siècle				
14	Mois				
15	Jour				
16	Heure				
17	Minute				

La longueur de la Section 1 peut varier selon les messages BUFR. A partir de l'octet 18, un centre de traitement de données peut ajouter tout type d'information souhaité. Le programme décodeur n'a pas besoin de savoir de quel type d'information il s'agit. Connaissant la longueur de la section, indiquée dans les octets 1-3, le programme

décodeur peut passer l'information qui débute à l'octet 18 et se placer directement à la section suivante, à savoir la Section 2 si elle est incluse, ou la Section 3. Le bit 1 de l'octet 8 indique si la Section 2 est incluse. Si aucune information ne figure à partir de l'octet 18, un octet (mis à zéro) doit néanmoins être inclus pour que la section compte un nombre pair d'octets.

Il convient de signaler que la date et l'heure indiquées dans les octets 13 – 17 ne sont actuellement pas clairement définies. Le Manuel des codes précise simplement que ces octets devraient donner pour la date/heure les « éléments les plus caractéristiques du contenu du message BUFR ». Si ceci peut être clair dans le cas d'un groupe de messages SYNOP pour 1200 UTC, pour d'autres types d'observations, il peut y avoir différentes interprétations selon les producteurs de données.

Section 2 - Section facultative.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0	Section 1	SECTION 2	Section 3	Section 4	Section 5
Octet N°	Contenu				
1 – 3	Longueur de la section, en octets				
4	Mis à zéro (en réserve)				
5 -	Réservés pour les besoins locaux des centres de traitement automatique des données				

La Section 2 peut ou non être incluse dans un message BUFR. Lorsqu'elle est incluse, le bit 1 de l'octet 8 de la Section 1 est mis à 1. Si la Section 2 ne figure pas dans le message, le bit 1 de l'octet 8 de la Section 1 est mis à 0. La Section 2 peut être utilisée par un centre d'origine à n'importe quelle fin. Les seules restrictions à l'utilisation de la Section 2 sont que les octets 1 - 3 doivent donner la longueur de la section, que l'octet 4 doit être mis à zéro, et que la longueur totale de la section doit contenir un nombre pair d'octets.

Un exemple type d'utilisation de la Section facultative est celui du contexte d'une base de données. La Section peut contenir des indicateurs se référant à la Section des données du message et indiquant la position relative du début des séries individuelles d'observations (correspondant à une station, par exemple) dans les données. On pourrait également y inclure un genre de terme d'indexation comme l'indicateur régional OMM et le chiffre indicatif OMM de la station. Ceci permettrait de trouver rapidement et facilement une observation donnée et d'éviter d'avoir à décoder l'ensemble du message simplement pour trouver un ou deux éléments de données précis.

Section 3 – Section de description des données.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0	Section 1	Section 2	SECTION 3	Section 4	Section 5
Octet N°	Contenu				
1 – 3	Longueur de la section, en octets				
4	Mis à zéro (en réserve)				
5 – 6	Nombre de sous-séries de données				
7	Bit 1 = 1 Données observées				
	= 0 Autres données				
	Bit 2 = 1 Données comprimées				
	= 0 Données non-comprimées				
	Bit 3 - 8 Mis à zéro (en réserve)				
8 -	Ensemble de descripteurs qui définissent la forme et le contenu des divers éléments de données constituant une sous-série de la Section des données				

Si les octets 5-6 indiquent qu'il y a plus d'une sous-série de données dans le message et donnent le nombre total de ces sous-séries, la Section 4 contient alors plusieurs séries d'observations, toutes du même format (conformément à ce qui est indiqué par les descripteurs de données). Ceci est par exemple un moyen de construire des « collectifs » d'observation et permet d'utiliser une grande partie du potentiel d'efficacité du code BUFR.

Dans les bits indicateurs de l'octet 7, « données observées » signifie exactement cela, et « autres données », bien que n'étant pas explicite, représente par convention des prévisions ou, éventuellement, une forme « d'observation » dérivée indirectement d'observations « vraies ». Si les données de la Section 4 sont compressées, le bit 2 de l'octet 7 est mis à un. Si les données ne sont pas compressées, il est mis à zéro. La nature de la « compression des données » est décrite au Niveau 3.

Section 4 – Section des données.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0	Section 1	Section 2	Section 3	SECTION 4	Section 5
Octet N°	Contenu				
1 – 3	Longueur de la section, en octets				
4	Mis à zéro (en réserve)				
5 -	Données binaires telles que définies par les descripteurs débutant à l'octet 8 de la Section 3.				

Section 5 – Section de fin.

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	SECTION 5
Octet N°	Contenu				
1 – 4	"7777" (codé conformément à l'Alphabet international N° 5 du CCITT)				
	OCTET N° 1 2 3 4				
	BINAIRE 00110111 00110111 00110111 00110111				
	HEXADÉCIMAL 3 7 3 7 3 7 3 7				
	DÉCODÉ 7 7 7 7				

Éléments requis.

Certains éléments doivent obligatoirement figurer dans un message BUFR. Il s'agit, pour les différentes sections, des éléments suivants :

Section 0, octets 1 - 8

Section 1, octets 1 – 18

Section 3, octets 1 – 10

Les descripteurs de données commencent à l'octet 8. Chaque descripteur occupe 16 bits, soit 2 octets. Etant donné que la section doit contenir au moins un descripteur et comprendre un nombre pair d'octets, la Section 3 contiendra au minimum 10 octets. Il convient de noter que la Section 3 se termine toujours par 8 bits mis à zéro étant donné que tous les descripteurs ont une longueur de 16 bits et que le premier descripteur commence à l'octet 8.

Section 4, octets 1 – 6

La Section 4 doit contenir au moins 4 octets. Si elle contient des données, celles-ci figurent dans l'octet 5 et les octets suivants et, puisque la Section doit contenir un nombre pair d'octets, il doit y avoir au moins 2 octets après l'octet 4.

Section 5 - octets 1 – 4

Etant donné que certains éléments présentent un caractère obligatoire, un message BUFR contiendra toujours un nombre minimum de bits (368), qui se subdivise comme suit :

TRAIN DE BITS CONTINU					
Section 0 64 bits	Section 1 144 bits	Section 2 (facultative)	Section 3 80 bits	Section 4 48 bits	Section 5 32 bits

BUFR et la gestion des données.

Les Sections 3 et 4 du code BUFR contiennent toutes les informations nécessaires à la définition et à la représentation des données. Les autres sections sont définies et incluses uniquement afin d'aider à la gestion des données. Les informations clés contenues dans ces sections occupent des positions fixes par rapport au début de chaque section. Il est donc possible de répartir en catégories et de classer les principaux attributs des données BUFR sans décoder la description des données de la Section 3, ni les données de la Section 4.

2.1.2 Sections d'un message CREX

Vue d'ensemble d'un message CREX.

Le terme « message » fait référence à l'utilisation du code CREX comme format de transmission de données, même si CREX peut être également utilisé comme format de stockage en ligne et comme format d'archivage de données. Pour la transmission des données, chaque message CREX est composé d'un train de caractères alphanumériques (y compris le caractère séparateur) comportant cinq sections.

Section 0	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
Numéro de la Section	Dénomination	Contenu		
0	Section indicatrice	"CREX" (codé conformément à l'Alphabet international N°5 du CCITT, équivalent au plan fonctionnel au code ASCII)		
1	Section de description des données	Numéro de table principale du code CREX, numéro d'édition, numéro de version de table, catégorie de données et série de descripteurs définissant la forme et le contenu des sous-séries de données composant la section des données et chiffre indicateur « E » facultatif de vérification		
2	Section des données	Série de sous-séries de données définie par la Section 1		
3	Section facultative	"SUPP" (codé conformément à l'Alphabet international N°5 du CCITT), suivi d'éléments supplémentaires à usage local		
4	Section de fin	"7777" (codé conformément à l'Alphabet international N°5 du CCITT)		

Chaque section d'un message CREX est composée d'une série de caractères alphanumériques et terminée par la chaîne de caractères "++". En théorie, il n'existe pas de limite maximale à la taille d'un message CREX, toutefois, par convention ces messages sont limités à 15000 octets ou 120000 bits.

Section 0 –Section indicatrice

SECTION 0	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
N° de groupe	Contenu	Signification		
1	CREX	Début du message CREX		

Section 1 –Section de description des données.

Section 0	SECTION 1	Section 2	Section 3	Section 4
N° de groupe	Contenu	Signification		
1	Ttteevv	T:	indicateur des tables CREX	
		tt:	table principale CREX utilisée (00 pour les tables standard FM 95 CREX de l'OMM)	
		ee:	numéro d'édition CREX (actuellement 01)	
		vv:	numéro de version de table CREX (actuellement 03)	
2	Annn	A:	indicateur d'entrée de la Table A du code CREX	
		nnn:	catégorie de données de la Table A du code CREX	
3 à n	Bxyyy, Cxyyy, Dxyyy, et/ou Rxyyy	B, C, D:	indicateurs des entrées des Tables B, C, ou D du code CREX	
		xx:	classe au sein de la Table B, C ou D du code CREX	
		yyy:	élément dans la classe xx de la Table B, C ou D du code CREX	
		and/or		
		R:	indicateur de l'opérateur de répétition CREX	
		xx:	nombre de groupes à répéter	
		yyy:	nombre de fois ou les xx groupes doivent être répétés	
			yyy = 000 indique une répétition différée, le nombre des répétitions figurant dans la Section des données.	
n+1	E	E:	Indicateur de chiffre de contrôle facultatif	

Les groupes de la Section 1 sont séparés par un caractère d'espace. Les données décrites par la série de descripteurs figurant dans la Section 1 sont considérées comme une sous-série de données. Pour les données d'observation, chaque sous-série de données correspond à un message.

Section 2 –Section des données.

Section 0	Section 1	SECTION 2	Section 3	Section 4
N° de groupe	Contenu	Signification		
1 à n	(d) valeurs	d: chiffre de contrôle facultatif valeurs : valeurs correspondant aux descripteurs de la Section 1		

La section des données se compose d'un ou plusieurs groupes, chaque groupe représentant une valeur. Une série de groupes correspondant à la liste des descripteurs définis par la Section de description des données comprend une sous-série de données. La Section des données peut contenir un grand nombre de sous-séries de données, auquel cas chacune de ces sous-séries se termine par le caractère "+". Toutefois, ce terminateur de sous-série ne figure pas après la dernière sous-série de données de la Section des données – il est remplacé par le terminateur de section ("++"). Les groupes de la section 2 sont séparés les uns des autres par au moins un caractère d'espacement. Plusieurs caractères d'espacement sont utilisés lorsque cela permet d'améliorer l'alignement et la lisibilité.

Seules les valeurs négatives sont affectées d'un signe. Le nombre de caractères autorisés pour représenter un groupe, défini dans la Table B du code CREX, ne comprend pas le signe négatif lorsque celui-ci est inclus. Dans la section 2, une valeur manquante est représentée par une chaîne de barres obliques ("/") dont le nombre est égal au nombre de caractères normalement autorisé pour ce groupe dans la Table B du code CREX. Chaque valeur ayant une unité définie sous forme de caractères comprend des blancs à droite lorsque le nombre de caractères nécessaire pour représenter la valeur est inférieur au nombre de caractères définis dans l'entrée correspondante de la Table B du code CREX. Le nombre de ces blancs doit être tel que le nombre de caractères représentant la valeur soit toujours égal au champ d'origine des données défini dans la Table B du code CREX.

Si l'indicateur de contrôle ("E") est présent à la fin de la section 1, un chiffre de contrôle est ajouté devant chaque valeur dans la Section 2. Ce chiffre précède immédiatement le premier caractère de la valeur. Le chiffre de contrôle du groupe de rang n prend la valeur du chiffre unitaire de n-1. Il augmente donc de manière cyclique de 0 à 9 compris, et prend la valeur '0' pour la première valeur (n=1), '1' pour la deuxième valeur (n=2), '9' pour la dixième valeur (n=10), '0' pour la onzième valeur (n=11), et ainsi de suite.

Section 3 – Section facultative.

Section 0	Section 1	Section 2	SECTION 3	Section 4
N° de groupe	Contenu	Signification		
1	SUPP	La section supplémentaire facultative est présente		
2 à p	Eléments à usage local	Eléments supplémentaires à usage local		

La section 3 est facultative. Si elle est présente, elle contient des éléments supplémentaires qui peuvent être définis par chaque centre pour un usage précis. Un centre de traitement des données peut par exemple utiliser cette section pour des informations sur le contrôle de la qualité.

Section 4 –Section de fin

Section 0	Section 1	Section 2	Section 3	SECTION 4
N° de groupe	Contenu	Signification		
1	7777	Fin du message CREX		

La section 4 n'a pas de terminateur de section.

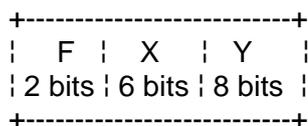
2.1.3 Descripteurs BUFR et CREX

L'une des clés du succès des codes BUFR et CREX a été la mise au point d'un langage de description des données fondé sur le concept de « descripteur ». Dans le cadre de ce niveau, nous nous bornerons à présenter ce concept. Les descripteurs BUFR et CREX ainsi que leur utilisation sont décrits plus en détails au Niveau 3.

Descripteurs BUFR

Un descripteur BUFR est une série de 16 bits, ou deux octets. Les 16 bits ne doivent pas être traités comme une valeur numérique de 16 bits mais plutôt comme 16 bits divisés en 3 parties, F, X, et Y, qui occupent respectivement 2, 6 et 8 bits. Ce sont les descripteurs F X Y de la section 3 du message BUFR qui renvoient aux données représentées dans la section 4.

Un descripteur BUFR peut schématiquement se représenter de la manière suivante :



F indique le type de descripteur. Les 2 bits donnent 4 valeurs possibles de F : 0, 1, 2 et 3, dont la signification est la suivante :

- F = 0 → Descripteur d'élément (renvoie à la Table B)
- F = 1 → Descripteur de répétition
- F = 2 → Descripteur d'opération (renvoie à la Table C)
- F = 3 → Descripteur de séquence (renvoie à la Table D)

X (6 bits) représente la classe ou la catégorie du descripteur. Les 6 bits, permettent 64 possibilités, soit les classes 00 à 63. Les classes 48 à 63 sont réservées aux besoins locaux. Jusqu'à présent, 29 des 48 classes de la Table B attribuées pour la coordination internationale ont été définies.

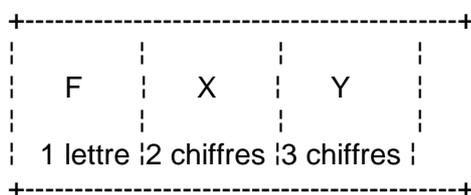
Y (8 bits) représente l'entrée à l'intérieur d'une classe X. Les 8 bits permettent 256 possibilités à l'intérieur de chacune des 64 classes, 000 à 255. Dans toutes les classes, les entrées 192 à 255 sont réservées aux besoins locaux. Un nombre variable d'entrées a jusqu'à présent été défini au sein de chacune des 29 classes de la Table B coordonnées au plan international.

Le descripteur de répétition BUFR définit la répétition d'un seul descripteur ou d'un groupe de descripteurs un certain nombre de fois, comme dans un message TEMP ou PILOT ou un groupe de paramètres est répété pour chaque niveau. Dans un descripteur de répétition, X indique le nombre de descripteurs à répéter et Y le nombre total de répétitions du descripteur ou du groupe de descripteurs. Si Y = 0, le nombre de fois où le descripteur ou le groupe de descripteurs doivent être répétés figure dans la section des données. Ceci est utile lorsque le nombre des répétitions varie d'une observation à l'autre.

Descripteurs CREX

Un descripteur CREX est une série de 6 caractères alphanumériques. Ces 6 caractères sont divisés en 3 parties – F (1 lettre), X (2 chiffres), et Y (3 chiffres). Ce sont les descripteurs F X Y de la section 1 du message CREX qui renvoient aux données représentées dans la section 2.

Un descripteur CREX peut schématiquement se représenter de la manière suivante :



F (1 lettre) indique le type de descripteur et peut être B, C, D ou R, ces quatre possibilités ayant la signification suivante :

- F = B → Descripteur d'élément (renvoie à la Table B)

F = C → Descripteur d'opération (renvoie à la Table C)

F = D → Descripteur de séquence (renvoie à la Table D)

F = R → Descripteur de répétition

X (2 chiffres) indique la classe ou la catégorie de descripteur. Les 2 chiffres permettent 100 possibilités, soit les classes 00 à 99, mais seules 64 doivent être utilisées afin de maintenir la possibilité de conversion CREX/BUFR. Jusqu'à présent, 29 classes ont été définies.

Y (3 chiffres) indique l'entrée au sein d'une classe X. Les 3 chiffres permettent 1000 possibilités (000 à 999) à l'intérieur de chacune des 100 classes. Le nombre des entrées à l'intérieur des 29 classes actuellement définies est variable.

Le descripteur de répétition CREX définit également la répétition d'un seul paramètre ou d'un groupe de paramètres un certain nombre de fois. Dans le descripteur de répétition CREX, les 2 chiffres de X indiquent le nombre de paramètres à répéter et les 3 chiffres de Y le nombre total de répétitions du paramètre ou du groupe de paramètres. Comme pour le code BUFR, si Y = 0, le nombre de fois où le paramètre ou le groupe de paramètres doivent être répétés figure dans la Section des données.

Points communs entre les descripteurs BUFR et CREX.

CREX a été conçu à dessein comme une version alphanumérique de BUFR. De ce fait, les descripteurs BUFR et CREX sont assez semblables si ce n'est que les descripteurs BUFR commencent par une valeur numérique et les descripteurs CREX par une lettre. Les lettres initiales de CREX et les valeurs initiales de BUFR sont toutefois équivalentes. Par ailleurs, les tables BUFR et CREX ont de nombreuses valeurs en commun. Ces similitudes apparaîtront clairement dans la section suivante qui décrit les tables BUFR et CREX.

2.1.4 Tables BUFR et CREX

Introduction.

Les codes BUFR et CREX utilisent 3 types de tables : les tables de définition de contenu, les tables de code et les tables d'indicateurs. Les tables de définition de contenu des codes BUFR et CREX contiennent des informations utilisées pour décrire, classer et définir le contenu d'un message BUFR/CREX. Quatre tables sont définies : les tables A, B, C et D.

Table A des codes BUFR/CREX – Catégorie de données

Les codes BUFR et CREX utilisent la même Table A ci-après. Il y est fait référence dans l'octet 9 de la Section 1 du message BUFR et dans le groupe 2 de la Section 1 du message CREX. La table A permet de vérifier rapidement le type de données représentées dans le message. Sur les 256 entrées possibles que compte la table A, 17 sont actuellement définies :

Table A des codes BUFR/CREX : Catégorie de données

Chiffre du code	Signification
0	Données de surface – terre
1	Données de surface – mer
2	Sondages verticaux (autres que par satellite)
3	Sondages verticaux (par satellite)
4	Données d'observation en altitude à un seul niveau (autres que données satellitaires)
5	Données d'observation en altitude à un seul niveau (satellites)
6	Données radar
7	Caractéristiques synoptiques
8	Constituants physiques/chimiques
9	Dispersion et transport
10	Données radiologiques
11	Tables du code BUFR, remplacement intégral ou mise à jour
12	Données d'observation en surface (satellites)
13 - 19	En réserve
20	Information sur l'état
21	Luminance énergétique (mesurée par satellite)
22 – 30	En réserve
31	Données océanographiques
32 – 100	En réserve
101	Données sous forme d'images
102 – 239	En réserve
240 – 254	A usage expérimental
255	Indicateur pour les besoins locaux, avec sous-catégorie

L'utilisation de la table A dans le code BUFR et le code CREX est en faite redondante. Les descripteurs utilisés dans la section 3 d'un message BUFR (ou dans la Section 1 d'un message CREX) définissent les données figurant dans la Section 4 du message BUFR (Section 2 du message CREX), quel que soit le chiffre du code de la Table A. Les programmes de décodage peuvent néanmoins tout à fait se référer à la table A, estimant utile de disposer d'une classification générale des données avant de décoder les informations et de les transmettre à un programme d'application ultérieur.

Table B des codes BUFR/CREX - Classification des éléments.

La table B des codes BUFR/CREX est le coeur même du langage de description des données pour les deux formes symboliques. En premier lieu, chaque paramètre ou élément individuel défini pour utilisation dans un message BUFR ou CREX reçoit un nom d'élément (description en langage clair de l'élément en 64 caractères maximum) et une valeur de descripteur (valeurs des parties F, XX et YYY du descripteur décrites plus haut). Les paramètres définis pour utilisation dans les deux codes reçoivent le même nom d'élément et les mêmes valeurs pour les parties XX et YYY des deux formes symboliques. De cette manière, il est possible de n'utiliser qu'une seule table B pour BUFR et CREX. En deuxième lieu, les paramètres sont regroupés en une série de classes – partie XX du descripteur – en fonction de leur nature (par exemple : paramètres de température, paramètres de vent ou paramètres d'humidité). En troisième lieu, on effectue un deuxième regroupement : les classes 01 à 09 sont réservées pour les paramètres restant valables jusqu'à leur remplacement par d'autres. Ces classes sont définies comme suit :

Numéro de la classe	Nom de la classe
01	Identification
02	Instruments
03	En réserve
04	Situation (dans le temps)
05	Position (horizontale – 1)
06	Position (horizontale – 2)
07	Position (verticale)
08	Caractéristiques
09	En réserve

Il convient de noter que le groupement de tous les paramètres en une série de classes n'est pas nécessaire techniquement mais qu'il simplifie beaucoup la maintenance et l'utilisation de la table B.

L'étape suivante consiste à identifier pour chaque paramètre classé les caractéristiques nécessaires pour en coder et/ou décoder les valeurs en code BUFR et CREX et à fournir des valeurs appropriées de ces caractéristiques pour lesdits

paramètres. Pour le code BUFR, ces caractéristiques sont au nombre de quatre : unité, échelle, valeur de référence et champ de données (en bits). Pour le code CREX, elles sont au nombre de trois : unité, échelle et champ de données (en caractères). C'est la spécification de ces caractéristiques au sein du message BUFR ou CREX contenant les données pour chaque paramètre du message qui permet à ces formes symboliques de s'auto-définir. C'est là la principale justification de leur existence et de leur emploi universel.

Ces caractéristiques sont décrites plus en détails ci-après :

Pour BUFR:

Unité :	Dans la plupart des cas, il s'agit des unités de base (SI) pour l'élément. Toutefois, il peut s'agir également d'unités numériques, de caractères, de tables de code ou de tables d'indicateurs
Echelle :	Exposant de la puissance de 10 par laquelle la valeur de l'élément a été multipliée avant le codage
Valeur de référence :	Nombre à soustraire de l'élément après mise à l'échelle (le cas échéant) et avant le codage
Champ de données (bits) :	Nombre de bits nécessaires pour représenter l'élément dans la Section 4

Pour CREX:

Unité :	Dans la plupart des cas, il s'agit des unités utilisées communément pour cet élément. Toutefois, il peut s'agir également d'unités numériques, de caractères, de tables de code ou de tables d'indicateurs
Echelle :	Exposant de la puissance de 10 par laquelle la valeur de l'élément a été multipliée avant le codage
Champ de données: (caractères)	Nombre de caractères nécessaires pour représenter l'élément dans la Section 4

Unités:

Les unités des entrées de la Table B se réfèrent à la forme dans laquelle les données sont représentées à la Section 4 du code BUFR ou à la Section 2 du code CREX. En code BUFR, la plupart des paramètres météorologiques ou océanographiques sont représentés dans les unités du système international d'unités (SI), telles que le mètre ou le degré Kelvin. Toutefois, ils peuvent également être donnés sous forme numérique, comme l'indicateur régional OMM, ou en caractères, comme pour l'indicatif d'un aéronef. Par ailleurs, la colonne des unités peut également renvoyer à une table de code ou d'indicateurs, la table de code ou d'indicateurs figurant alors dans le Manuel des codes de l'OMM. En code CREX, lorsqu'ils ne s'agit ni de données numériques ni de caractères et qu'il n'y a pas d'indication de table de code ou d'indicateurs, on a opté pour les unités d'usage courant. Ainsi, les unités utilisées pour indiquer la température sont le degré Kelvin en code BUFR et le degré Celsius en code CREX.

Echelle :

L'échelle indique la puissance de 10 par laquelle l'élément de la Section 4 du code BUFR ou de la Section 2 du code CREX a été multiplié pour conserver la précision souhaitée dans les données transmises. Par exemple, dans la table B, les unités utilisées pour la latitude sont les degrés entiers or cela ne permet pas une précision suffisante pour la plupart des usages. Les éléments doivent donc être multipliés par 100 (10^2 ; échelle = 2) de sorte que la précision des données transmises sera de

l'ordre du centième de degré, soit une précision beaucoup plus utile. En revanche, l'unité (SI) de pression de la table B est le Pascal, soit une unité assez petite qui entraînerait la transmission de chiffres d'une précision inutile. La table B indique donc que la pression doit être divisée par 10 (10^{-1} ; échelle = -1) ce qui donne comme unité pour la transmission des 10èmes d'hPa, ou dixièmes de millibars, soit une précision beaucoup plus adaptée à l'usage météorologique.

Valeur de référence :

Dans le code BUFR, la valeur de référence est un nombre qui doit être soustrait des données après multiplication par le facteur d'échelle (le cas échéant) mais avant le codage dans la Section 4, afin que la valeur ne soit en aucun cas négative. Par exemple, la latitude sud est une valeur négative avant que ne lui soit appliquée la valeur de référence ; en conséquence, si l'on code une position de 35,50 degrés de latitude sud, la multiplication de -35.50 par 100 (échelle de 2) donnera -3550 . En soustrayant de cette valeur la valeur de référence -9000 on obtiendra une valeur de 5450 qui sera chiffrée dans la Section 4. Lors du décodage de la Section 4, on retrouve la valeur originale en rajoutant la valeur de référence -9000 à 5450 ce qui donnera -3550 , puis en divisant ce nombre par l'échelle (100) afin d'obtenir $-35,50$.

Le code CREX permet les valeurs négatives. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir de valeur de référence. Pour reprendre l'exemple ci-dessus, la position de 35,50 degrés de latitude sud sera tout d'abord multipliée par 100 (échelle de 2), puis codée -3550 .

Champ de données :

En code BUFR, le champ de données des entrées de la Table B est le décompte du nombre de bits qu'occuperait la plus grande valeur possible d'un élément de données de la Section 4, après multiplication par le facteur d'échelle et soustraction de la valeur de référence. Lorsqu'un descripteur de la Table B définit un élément de données de la Section 4 manquant dans une sous-série, tous les bits de cet élément sont mis à 1 dans la Section 4.

En code CREX, le champ de données de la Table B est le décompte du nombre de caractères qu'occuperait la plus grande valeur possible d'un élément de la Section 2, après multiplication par le facteur d'échelle. Lorsqu'un descripteur de la Table B définit un élément de données de la Section 2 manquant dans une sous-série, un nombre de barres obliques ("/") égal à la largeur du champ de données en caractères donné par la Table B est codé dans la Section 2.

De toute évidence, s'il ne dispose pas d'une Table B à jour, un programme de décodage ne sera pas en mesure de déterminer la forme ou le contenu des données figurant dans la Section des données.

Les classes 05 (position (horizontale – 1)) et 12 (Température) de la Table B sont présentées ci-après à titre d'exemple.

Classe 05 – Position (horizontale -1)

DESCRIPTEUR	NOM DE L'ÉLÉMENT	BUFR				CREX				
		UNITÉ	ÉCHELLE	VALEUR DE RÉFÉRENCE	CHAMP DE DONNÉES (Bits)	UNITÉ	ÉCHELLE	CHAMP DE DONNÉES (Caractère)		
F	X	Y								
0	05	001	Latitude (très précise)	Degré	5	-9000000	25	Degré	5	7
0	05	002	Latitude (approximative)	Degré	2	-9000	15	Degré	2	4
0	05	011	Incrément de latitude (très précis)	Degré	5	-9000000	25	Degré	5	7
0	05	012	Incrément de latitude (approximatif)	Degré	2	-9000	15	Degré	2	4
0	05	021	Direction ou azimut	Degré vrai	2	0	16	Degré vrai	2	5
0	05	022	Azimut du soleil	Degré vrai	2	0	16	Degré vrai	2	5
0	05	030	Direction (spectrale)	Degré	0	0	12	Degré	0	4
0	05	031	Numéro de la rangée	Numérique	0	0	12	Numérique	0	4
0	05	033	Taille des pixels sur l'horizontale – 1	m	-1	0	16	m	-1	5
0	05	034	Numéro de la rangée le long de la trajectoire	Numérique	0	0	11	Numérique	0	4
0	05	036	Numéro de transect du bateau selon le SOOP	Numérique	0	0	7	Numérique	0	2
0	05	040	Numéro de l'orbite	Numérique	0	0	24	Numérique	0	8
0	05	041	Numéro de la ligne de balayage	Numérique	0	0	8	Numérique	0	3
0	05	042	Numéro du canal	Numérique	0	0	6	Numérique	0	2
0	05	043	Numéro du champ de vision	Numérique	0	0	8	Numérique	0	3
0	05	052	Incrément du numéro du canal	Numérique	0	0	5	Numérique	0	2
0	05	053	Incrément du numéro du champ de vision	Numérique	0	0	5	Numérique	0	2

Notes:

- 1) Les valeurs de la latitude et de l'incrément de latitude se situent dans les limites de la plage allant de -90 degrés à +90 degrés.
- 2) On attribue aux latitudes sud des valeurs négatives.
- 3) Les incréments dans le sens nord-sud sont indiqués par des valeurs négatives.
- 4) La direction ou l'azimut ne sont utilisés que par rapport à une position donnée; ils n'ont pas pour objet de définir à nouveau cette position.
- 5) La taille des pixels sur l'horizontale – 1 est donnée à la position où le facteur d'échelle de la carte est égal à l'unité.

Classe 12 - Température

DESCRIPTEUR			NOM DE L'ÉLÉMENT	BUFR				CREX		
				UNITÉ	ÉCHELLE	VALEUR DE RÉFÉRENCE	CHAMP DE DONNÉES (Bits)	UNITÉ	ÉCHELLE	CHAMP DE DONNÉES (Caractère)
F	X	Y								
0	12	001	Température/ température du thermomètre sec	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	002	Température du thermomètre humide	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	003	Température du point de rosée	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	004	Température du thermomètre sec à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	005	Température du thermomètre humide à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	006	Température du point de rosée à 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	007	Température virtuelle	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	011	Température maximale, à une hauteur et sur une période déterminées	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	012	Température minimale, à une hauteur et sur une période déterminées	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	013	Température minimale au sol, au cours des 12 heures précédentes	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	014	Température maximale à 2 m, au cours des 12 heures précédentes	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	015	Température minimale à 2 m, au cours des 12 heures précédentes	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	016	Température maximale à 2 m, au cours des 24 heures précédentes	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	017	Température minimale à 2 m, au cours des 24 heures précédentes	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	021	Température maximale à 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	022	Température minimale à 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	030	Température du sol	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	051	Ecart type de la température	K	1	0	10	°C	1	3
0	12	052	Température moyenne journalière la plus élevée	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	053	Température moyenne journalière la plus basse	K	1	0	12	°C	1	3

0	12	061	Température de la pellicule superficielle	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	062	Température équivalente du corps noir	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	063	Température de luminance	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	064	Température de l'instrument	K	1	0	12	K	1	4
0	12	065	Ecart type de la température de luminance	K	1	0	12	K	1	4
0	12	071	Température la plus basse de l'amas	K	1	0	12	K	1	4
0	12	072	Luminance énergétique	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	0	31	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	9
0	12	075	Luminance énergétique spectrale	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	0	16	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	5
0	12	076	Luminance énergétique	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	0	16	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	5
0	12	101	Température/ température du thermomètre sec	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	102	Température du thermomètre humide	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	103	Température du point de rosée	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	104	Température du thermomètre sec à 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	105	Température du thermomètre humide à 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	106	Température du point de rosée à 2 m	K	2	0	16	°C	2	4

Tables C des codes BUFR/CREX – Descripteurs d'opérations.

Les descripteurs d'opérations de la Table C sont utilisés lorsqu'il y a lieu de redéfinir temporairement les caractéristiques de la table B, par exemple lorsqu'il est nécessaire de modifier la largeur du champ de données, l'échelle ou la valeur de référence d'une entrée de la Table B. La Table C est également utilisée pour ajouter des champs associés tels que des informations sur le contrôle de qualité, pour indiquer que des éléments de données sont en caractères et préciser la largeur du champ de données des descripteurs locaux.

Les Tables C des codes BUFR et CREX sont nécessairement différentes étant donné qu'en BUFR les données sont représentées en binaire et CREX en caractères. Les descripteurs d'opérations BUFR sont maintenant assez nombreux (20 sont actuellement définis) et certains sont relativement complexes. Pour que CREX reste une forme de représentation alphanumérique conviviale, facile à coder et interpréter par l'homme, seul un petit nombre de descripteurs d'opérations y sont définis (actuellement au nombre de 5). Les descripteurs d'opérations CREX ne doivent être utilisés qu'en dernier recours, lorsque aucune autre méthode n'est possible pour coder un élément.

Les descripteurs d'opérations sont traités en détails dans le Niveau 3.

Tables D des codes BUFR/CREX – Descripteurs de séquences.

La Table D contient des descripteurs décrivant des descripteurs supplémentaires. D'un point de vue conceptuel, la table D n'est pas nécessaire. La Section de description des données suffit à décrire complètement les données uniquement à l'aide de descripteurs d'éléments, de descripteurs d'opérations et de règles de description. Toutefois, en définissant les données de cette manière, on aboutit à une Section de description des données beaucoup trop longue. La table D offre un moyen de réduire cette section, contribuant ainsi beaucoup à l'efficacité des codes BUFR et CREX.

Les Tables D des codes BUFR et CREX sont séparées mais sont néanmoins coordonnées. Lorsque les descripteurs de séquences BUFR et CREX sont identiques, excepté pour la partie F du numéro du descripteur, ils figurent soit dans la Table D du code BUFR soit dans la Table D du code CREX. Les séquences communes de la Table D ne sont donc pas définies à la fois dans la Table D du code BUFR et dans celle du code CREX à moins que la conversion entre les deux tables ne soit pas simple, c'est à dire que la conversion ne puisse pas être opérée en remplaçant simplement la partie « F » de chaque descripteur. En outre, si une séquence de la Table D du code CREX n'est pas définie dans la Table D du code BUFR, le descripteur qui lui est affecté n'est utilisé dans aucune séquence du code BUFR. De même, si une séquence de la Table D du code BUFR n'est pas définie dans la Table D du code CREX, le descripteur qui lui est affecté n'est utilisé dans aucune séquence du code CREX.

Un seul des descripteurs utilisés dans la Section 3 du code BUFR, lorsque F = 3 renvoie à une entrée de la Table D qui contient d'autres descripteurs. Si le descripteur de la Table D 3 01 001 est utilisé dans la Section 3, le développement de ce descripteur correspond à deux descripteurs de la Table B, à savoir 0 01 001 et 0 01 002.

- 3 11 Séquences correspondant à des messages d'observation à un seul niveau (données classiques)
- 3 12 Séquences correspondant à des messages d'observation à un seul niveau (données satellitaires)
- 3 13 Séquences communes aux données d'images
- 3 14 En réserve
- 3 15 Séquences correspondant à des messages d'observation océanographique
- 3 16 Séquences correspondant à des caractéristiques synoptiques
- 3 18 Séquences correspondant à des messages d'observation radiologique
- 3 21 Séquences correspondant à des messages de mesures par radar

Actuellement, les catégories de séquences communes définies dans la Table D du code CREX sont au nombre de 20 :

Table D du code CREX - Listes de séquences communes

F X CATEGORIE DE SÉQUENCES

- D 00 Séquences correspondant aux entrées des tables du code CREX
- D 01 Séquences correspondant à la position et à l'identification
- D 02 Séquences météorologiques communes aux données de surface
- D 03 Séquences météorologiques communes aux données de sondages verticaux
- D 04 Séquences météorologiques communes aux observations par satellite (cf Note 1)
- D 05 Séquences météorologiques ou hydrologiques communes aux observations hydrologiques
- D 06 Séquences météorologiques ou océanographiques communes aux observations océanographiques
- D 07 Séquences correspondant à des messages d'observation en surface (terre)
- D 08 Séquences correspondant à des messages d'observation en surface (mer)
- D 09 Séquences correspondant à des données de sondages verticaux (données classiques)
- D 10 Séquences correspondant à des données de sondages verticaux (données satellitaires) (cf Note 1)
- D 11 Séquences correspondant à des messages d'observation à un seul niveau (données classiques)
- D 12 Séquences correspondant à des messages d'observation à un seul niveau (données satellitaires) (cf Note 1)
- D 13 Séquences communes aux données d'images (cf Note 1)
- D 14 En réserve
- D 15 Séquences correspondant à des messages d'observation océanographique
- D 16 Séquences correspondant à des caractéristiques synoptiques
- D 18 Séquences correspondant à des messages d'observation radiologique
- D 21 Séquences correspondant à des messages de mesures par radar (cf Note 1)
- D 35 Informations sur le contrôle

Note 1: A ne pas utiliser dans le code CREX pour les transmissions

Il y a lieu de noter que bien que techniquement 20 catégories aient été définies dans le code CREX, pour cinq de ces catégories les données ne doivent pas être transmises dans le code CREX mais uniquement dans le code BUFR. Ceci vient à la base du fait qu'il s'agit de données assez volumineuses que le code BUFR permet de représenter de manière bien plus efficace.

Tables de code et tables d'indicateurs BUFR/CREX.

Certains paramètres météorologiques étant des paramètres qualitatifs ou semi-qualitatifs, la meilleure manière de les représenter consiste à faire référence à une table de code ou à une table d'indicateurs. Les tables de code et d'indicateurs BUFR et CREX renvoient à des éléments définis dans la Table B de BUFR/CREX. La numérotation se fait selon les valeurs de XX et YYY de la référence correspondante de la Table B. Par exemple, pour l'entrée 0 01 003 de la Table B (B 01 003 dans CREX), Région OMM/zone géographique, la colonne Unité précise qu'il s'agit d'une table de code dont le numéro est 0 01 003 (commun aux codes BUFR et CREX).

Tables de code: Beaucoup des tables de code incluses dans la spécification de BUFR/CREX sont analogues aux tables de code alphanumériques traditionnelles existantes de l'OMM. Toutefois, il n'y a pas de correspondance exacte entre les tables de code BUFR/CREX et ces tables de code alphanumériques traditionnelles. La table de code à caractère 3333, Quadrant du Globe, par exemple, n'a pas de signification en code BUFR ou CREX, étant donné que dans ces deux codes tous les points du globe sont intégralement exprimés sous forme de latitude et de longitude.

Tables d'indicateurs: Dans une table d'indicateurs, chaque bit indique un élément significatif. Un bit mis à 1 indique qu'un élément est inclus ou qu'il est vrai alors que le bit mis à 0 indique qu'il est omis ou faux. Lorsque dans une table d'indicateurs tous les bits sont mis à 1, cela indique une valeur manquante. En conséquence, le champ de données de toutes les tables d'indicateurs compte un bit de plus que le nombre d'indicateurs. Dans toutes les tables d'indicateurs spécifiées dans le code BUFR, les bits sont numérotés de 1 à N, 1 représentant le bit de poids le plus fort et N le bit de moindre poids dans un champ de données de N bits, c'est à dire en allant de gauche (bit 1) à droite (bit N).

Les tables d'indicateurs du code CREX sont les mêmes que les tables d'indicateurs du code BUFR. Cependant, étant donné que le code CREX est une forme de représentation à caractère plutôt que binaire, les tables d'indicateurs sont exprimées en utilisant la numérotation octale qui se présente ainsi: un ensemble de trois bits représentés par un chiffre de 0 à 7, des zéros étant ajoutés à gauche lorsque le nombre d'indicateurs n'est pas un multiple de 3:

000	=	0	(aucun bit n'est mis à 1)
001	=	1	(le bit 3 est mis à 1)
010	=	2	(le bit 2 est mis à 1)
011	=	3	(les bits 2 et 3 sont mis à 1)
100	=	4	(le bit 1 est mis à 1)
101	=	5	(les bits 1 et 3 sont mis à 1)
110	=	6	(les bits 1 et 2 sont mis à 1)
111	=	7	(les bits 1, 2 et 3 sont mis à 1)

Par exemple, les sept indicateurs «1100110» sont tout d'abord rallongés par l'adjonction de deux zéros à gauche, ce qui donne «001100110». A l'aide de la table ci-dessus, ceci se traduit par la chaîne de caractères "146" (étant donné que dans les bits 1-3, 001 → 1, dans les bits 4-6, 100 → 4, et dans les bits 7-9, 110 → 6). La chaîne de caractères "146" apparaîtra donc dans le message CREX. Une valeur manquante peut également être exprimée à l'aide de la représentation octale mais, par définition, elle sera représentée par une série de barres obliques.

2.2 Applications

2.2.1 BUFR

2.2.1.1 Représenter de nouvelles informations

De nouveaux types de données apparaissent constamment et les demandes d'adjonction de nouveaux types de données aux types de données existants se multiplient, et ce à un rythme sans cesse plus rapide. Les formes de représentation alphanumériques traditionnelles ne sont pas bien adaptées à ces exigences. Toute modification à ces codes alphanumériques traditionnels doit être approuvée en session par la Commission des systèmes de base (CSB) de l'OMM puis par le Conseil exécutif de l'Organisation. Une fois approuvés par la session de la CSB, les changements n'entrent pas en vigueur avant novembre de l'année suivante, au plus tôt. Etant donné que la CSB ne se réunit que tous les deux ans, et en mettant les choses au pire, un changement demandé pour une forme de représentation alphanumérique pourrait fort bien n'entrer en vigueur que trois ans après la demande initiale. Compte tenu de la rapidité à laquelle évolue la technologie de nos jours, ces délais sont tout simplement inacceptables. Par ailleurs, toute modification apportée à un code alphanumérique traditionnel signifie que tous les programmes informatiques permettant de coder les messages selon cette forme symbolique ou de les décoder doivent également être modifiés, sous peine de donner des valeurs erronées ou d'échouer totalement. C'est pourquoi les codes alphanumériques traditionnels ne s'adaptent au changement ni rapidement, ni facilement.

Le caractère auto-descriptif du code BUFR en fait le candidat idéal pour résoudre ce problème. Cette capacité d'auto-description détermine directement la fonction la plus importante de BUFR – sa capacité à s'adapter aisément et vite pour représenter de nouvelles informations. Si toutes les entrées nécessaires sont disponibles dans les tables, les nouvelles informations peuvent être codées immédiatement, qu'il s'agisse d'adjonctions aux types de données existants ou de nouveaux types de données, et il n'est pas nécessaire de modifier le logiciel de codage. Même si les descripteurs BUFR nécessaires pour les nouvelles informations n'existent pas, on procède à une actualisation des tables selon une procédure accélérée une fois par an, et même deux fois par an dans des circonstances exceptionnelles. Dans la plupart des cas, les amendements requis aux tables entrent en vigueur dans un délai d'un an après la demande et souvent moins (avec toutefois un délai minimum de six mois). Par ailleurs, techniquement, il serait possible d'actualiser les tables officielles des codes BUFR/CREX de l'OMM bien plus souvent, peut être même à un rythme mensuel. On peut espérer que ceci deviendra réalité dans un avenir pas trop éloigné. Enfin, non seulement les changements peuvent être faits rapidement, mais ils se font sans difficulté, étant donné que les changements aux tables BUFR/CREX ne nécessitent pas de modifier le logiciel de décodage. En fait, seules les tables doivent être actualisées, soit une procédure relativement simple.

2.2.1.2 Faciliter l'échange des données

Une représentation rationnelle des données

Plusieurs des caractéristiques de BUFR facilitent l'échange des données, avec probablement en premier lieu la capacité du code BUFR à représenter les données de manière rationnelle, étant donné que la bonne utilisation de la bande passante disponible est souvent un problème important dans la communauté des télécommunications. Du fait de son efficacité, on échange déjà en code BUFR des données volumineuses qui ne nécessitent pas de reconnaissance visuelle, comme les sondages satellitaires. Par ailleurs, BUFR permet également de représenter beaucoup


```

|0 20 012 TYPE DE NUAGE CL----- 6
|0 20 012 TYPE DE NUAGE CM----- 6
+0 20 012 TYPE DE NUAGE CH----- 6
-----

```

NOMBRE TOTAL DE BITS 267

La comparaison entre la version développée du descripteur 3 07 002 de la Table D du code BUFR et la forme symbolique SYNOP montre que la version BUFR contient tous les paramètres figurant dans la version SYNOP plus des informations supplémentaires sur la position (latitude, longitude, et hauteur de la station) et la date et l'heure (année, mois et minute). Si l'on considère à présent un message BUFR complet utilisant ce descripteur de séquences :

Figure 2.2 :

	N° octet dans section	Octet dans message	Valeur codée	Description
Section 0 (section indicatrice)	1-4	1-4	BUFR	Codé conformément à l'alphabet international N°5 du CCITT
	5-7	5-7	78	Longueur totale du message (octets)
	8	8	3	Numéro d'édition BUFR
Section 1 (section d'identifi- cation)	1-3	9-11	18	Longueur de la section (octets)
	4	12	0	Table principale du code BUFR
	5-6	13-14	58	Centre d'origine (U.S. Navy - FNOC)
	7	15	0	Numéro de mise à jour du message
	8	16	0	Indicateur de non inclusion de la Section 2
	9	17	0	Table A – données de surface – terre
	10	18	0	Sous-type de message BUFR
	11	19	9	Numéro de version des tables principales
	12	20	0	Numéro de version des tables locales
	13	21	92	Année du siècle
	14	22	4	Mois
	15	23	18	Jour
	16	24	0	Heure
	17	25	0	Minute

	18	26	0	Réservé pour les besoins locaux des centres de traitement automatique des données (sert également à compléter les octets de la section pour avoir un nombre pair d'octets)
Section 3 (Section de description des données)	1-3	27-29	10	Longueur de la section (octets)
	30	0	En réserve	
	5-6	31-32	1	Nombre de sous-séries de données
	7	33	bit 1=1	Indicateur définissant des données observées
	8-9	34-35	3 07 002	Descripteur de la Table D pour les observations en surface en format F X Y
	10	36	0	Nécessaire pour amener la section à un nombre pair d'octets
Section 4 (Section des données)	1-3	37-39	38	Longueur de la section (octets)
	4	40	0	En réserve
	5-38	41-74	Données	Train de bits de données continu pour 1 observation, 267 bits plus 5 bits pour terminer sur un octet pair (voir Figure 2-1 pour le développement)
Section 5 (Section de fin)	1-4	75-78	7777	Codé conformément à l'Alphabet international N° 5 du CCITT

Ainsi, un message BUFR complet avec 1 observation en surface (Figure 2-2) requiert 78 octets ou 624 bits, soit 104 de plus que la représentation alphanumérique correspondante. Toutefois, sur ces 104 bits supplémentaires, 69 viennent de l'inclusion de la latitude, de la longitude, de la hauteur de la station et de l'année du mois et de la minute dans le message BUFR. Si l'on chiffrait exactement les mêmes informations, un message BUFR avec une observation en surface n'aurait que 35 bits de plus (environ 7%) qu'un message dans une version alphanumérique traditionnelle.

Notons à présent que sur les 624 bits du message BUFR, 267 sont occupés par l'observation en surface et 357 sont utilisés pour les données de service BUFR. En revanche, si l'on transmettait un collectif de 448 observations dans une forme de représentation alphanumérique, le nombre total de bits serait de 232960 (520 X 448). La représentation correspondante en BUFR ne nécessitera que 14996 octets, ou 119968 bits, soit environ la moitié. Par ailleurs, la figure ne montre pas l'effet que l'on obtiendrait en utilisant la capacité de compression de BUFR (la compression dans un message BUFR est traitée au Niveau 3). Le recours à la compression rendrait le message BUFR encore plus compact.

Ce que cela signifie est que le code BUFR est presque aussi efficace que les formes traditionnelles de représentation à caractères lorsqu'il s'agit d'une observation unique et bien plus efficace pour les groupes d'observations. Pour l'instant aucun système de représentation de données dépassant la capacité d'un message BUFR comprimé

n'a été élaboré pour représenter rationnellement les collectifs de données météorologiques.

Résolution des problèmes relatifs au Volume A

La transmission systématique des coordonnées géographiques, aisément réalisée avec les codes déterminés par des tables, permettrait d'atténuer les fameux problèmes relatifs au Volume A. La mise à jour du Volume A souffre de retards excessifs. Les mises à jour que les pays devraient transmettre au Secrétariat de l'OMM lui parviennent parfois avec beaucoup de retard, voire jamais. Des retards supplémentaires viennent s'ajouter lorsque les centres du SMTD doivent introduire les modifications dans leurs propres bases de données. La transmission des coordonnées géographiques avec les données résoudrait 98% des cas de coordonnées de station erronées. Les 2% d'erreurs restants sont des cas où la position de la station elle-même a été déterminée de manière incorrecte et ces erreurs subsisteraient donc bien sûr. Le prix à payer pour la transmission de ces informations, soit 46 bits supplémentaires, est donc tout à fait justifié.

Informations supplémentaires sur le contenu du bulletin

L'un des autres avantages que peut présenter BUFR réside dans les informations fournies dans la Section d'identification (Section 1). L'en-tête abrégé du Système mondial de télécommunications (SMT) ne donne que des informations limitées sur le contenu du bulletin devant lequel il est placé. Ceci vient du fait que son objectif premier est l'adressage d'un message et non la description du contenu dudit message. On envisage des procédures plus souples pour remplacer ou compléter l'en-tête abrégé du SMT afin de permettre une plus grande capacité de description du contenu. Cependant, la Section d'identification d'un message BUFR contient de précieuses informations sur le contenu du message. En outre, ces données sont adressables à des positions dans le bulletin, en particulier s'il y a un seul message BUFR, ce qui est le cas de la plupart des données échangées en BUFR sur le SMT. Par exemple, un centre de traitement météorologique pourrait inspecter l'octet 9 de la Section 1 (octet 17 du message BUFR) pour avoir la Catégorie de données et les octets 13 – 17 de cette même Section 1 (octets 30 – 34 du message BUFR) pour avoir la date/heure des données et ne décider qu'alors s'il souhaite ou non décoder les informations contenues dans ce bulletin là et les introduire dans la base de données. Ces Sections permettent donc d'augmenter la description du contenu du bulletin en données.

2.2.1.3 Inclure des informations sur la qualité et le contrôle

Il est possible d'inclure des informations sur la qualité et le contrôle dans un message BUFR en utilisant des opérateurs de description des données appropriés de la Table C. La Table C est décrite au Niveau 3. Il existe toutefois un opérateur de description de données qui permet d'affecter à chaque paramètre observé une note de qualité (ex.: bonne, légèrement douteuse, très douteuse, mauvaise, et substitué ou corrigé). D'autres descripteurs d'opérations permettent de conserver la valeur originale et les valeurs corrigées ultérieurement (il peut y en avoir plusieurs) d'une observation soumise à des procédures de contrôle de qualité, ainsi que les valeurs finales, censément affinées. Etant donné que les descripteurs d'opération peuvent être assez complexes, la description de la Table C est donnée au Niveau 3.

2.2.1.4 Faciliter le traitement et le stockage des données

Bien que seule une partie des données météorologiques échangées en exploitation dans le monde soit représentée en BUFR, de nombreux centres ont jugé utile d'utiliser BUFR pour représenter toutes les données d'observation de leur suite de

prévisions numériques et pour le stockage ultérieur des données d'observation. Il y a plusieurs raisons à cela. Premièrement, BUFR permet de représenter toutes les données d'observation et pas seulement celles que l'on échange actuellement dans cette forme au plan international. Deuxièmement, étant donné que BUFR est une norme de l'OMM, son utilisation en interne dans les centres pour le traitement et le stockage des données facilite le partage de données entre les centres de traitement – chaque centre pouvant, en principe, lire la base de données d'observation d'un autre centre si elle est stockée en BUFR. Troisièmement, BUFR est un moyen efficace pour représenter les données d'observation dans les systèmes internes de traitement et d'archivage des centres. Quatrièmement, les centres de traitement des données ont trouvé fort utile la possibilité d'inclure dans les messages BUFR des informations sur la qualité et le contrôle des données en même temps que les données elles-mêmes. Cinquièmement, l'utilisation du code BUFR évite aux centres d'avoir à dépenser les ressources considérables nécessaires à la mise au point de leur propre norme de représentation interne des données. Enfin, les données stockées en BUFR sont toujours disponibles à l'aide des logiciels universels de décodage de BUFR. On notera que lorsque l'on utilise BUFR comme norme pour l'archivage des données d'observation il est judicieux de stocker les tables BUFR utilisées avec les données elles-mêmes.

2.2.1.5 Utilisation dans une base de données

Certains centres de traitement des données ont trouvé utile d'employer des fichiers de messages BUFR comme fondement pour leur base de données d'observation opérationnelle interne. Ceci se révèle particulièrement efficace lorsque le centre a opté pour BUFR pour représenter les données d'observation sur l'ensemble de sa suite de prévisions numériques opérationnelles, à la fois grâce à la représentation compacte des données d'observation en BUFR et pour économiser des ressources précieuses en évitant les opérations de codage et de décodage pour l'entrée et la sortie de la base de données.

2.2.1 CREX

2.2.2.1 Représentation de nouvelles informations en fonction d'exigences de lisibilité

Comme indiqué précédemment, on voit sans cesse apparaître de nouveaux types de données et les demandes d'adjonction de nouveaux types de données aux types de données existants se multiplient, et ce à un rythme sans cesse plus rapide. Les formes de représentation alphanumérique traditionnelles ne sont pas bien adaptées à ces exigences. Si la nature auto-descriptive du code CREX constitue son principal avantage par rapport aux formes symboliques alphanumériques traditionnelles – car elle permet à CREX de s'adapter aisément et rapidement pour représenter de nouvelles informations – il en va de même pour BUFR. En revanche, CREX, qui est également une forme de représentation alphanumérique, est lisible par l'homme. Cette caractéristique supplémentaire en fait la forme symbolique appropriée lorsqu'un codage ou une interprétation manuels sont nécessaires. Joint au fait que CREX est techniquement en mesure de remplacer TOUTES les formes de représentation alphanumériques traditionnelles, ce code devient ainsi un outil majeur dans la transition vers les formes de représentation auto-descriptives. L'utilisation de CREX devrait être sérieusement envisagée chaque fois qu'il n'est pas possible d'utiliser le code BUFR.

Comme pour le code BUFR, si toutes les entrées de tables nécessaires sont disponibles, on peut en principe coder immédiatement dans un message CREX des informations nouvelles et il n'est absolument pas nécessaire de modifier le logiciel automatique de décodage (bien que CREX se prête à la reconnaissance visuelle, il y aura traitement automatique des messages CREX, par exemple dans les centres de traitement automatique des données). Si les descripteurs CREX nécessaires aux nouvelles informations n'existent pas, on procède à une actualisation des tables selon une procédure accélérée une fois par an, et même deux fois par an dans des circonstances exceptionnelles. La seule nécessité concernant le logiciel consiste à appliquer la procédure relativement simple d'actualisation des tables CREX.

Cependant, étant donné que le codage et l'interprétation d'un message CREX sont habituellement réalisés par une inspection humaine, lorsque l'on ajoute de nouvelles informations, il faut tenir compte d'une considération supplémentaire. Si les données sont chiffrées à l'aide d'un descripteur de séquence, la Section de description des données (Section 1) ne contiendra que ce descripteur. Le personnel devra donc être informé que le descripteur de séquence sera bientôt remplacé par un nouveau descripteur contenant des informations supplémentaires et devra prendre connaissance de la description du contenu du nouveau descripteur de séquence. Si l'information n'est pas codée à l'aide d'un descripteur de séquence, les nouvelles informations apparaîtront dans la Section de description des données et il n'est pas techniquement nécessaire de les alerter. Toutefois, pour réduire les erreurs au minimum, le personnel devrait néanmoins être informé que le type de données en question contiendra sous peu de nouvelles informations et apparaîtra dans la Section de description des données. La diffusion de ces informations se fait en général par le biais de la Lettre d'information mensuelle de la Veille météorologique mondiale (Monthly Newsletter). On compte en général quelques mois de plus pour que les informations sur toutes les adjonctions aux tables BUFR et CREX atteignent tous les Membres et que ceux-ci en tiennent compte.

2.2.2.2 Inclusion d'informations sur la qualité et le contrôle

Des informations sur la qualité et le contrôle peuvent être insérées dans la Section facultative (Section 3) d'un message CREX. Cette section doit commencer par les caractères « SUPP » et se terminer par un terminateur de section (caractères « ++ »). Ceci mis à part il n'y a pas d'autre règle quant à la forme et au contenu des informations figurant dans la Section 3. A titre d'exemple, la Section 3 pourrait contenir des informations sur la qualité et/ou le contrôle des observations représentées dans la Section des données (Section 2) d'un message CREX, identifiées par l'indicateur régional OMM/chiffre indicatif OMM de la station pour chaque observation contenue dans le message. Il y a certainement bien d'autres approches de la Section 3.

Contrairement au code BUFR, il n'y a pas dans CREX d'opérateurs de description des données permettant de faciliter l'inclusion de messages concernant la qualité et/ou le contrôle. Ces opérateurs peuvent être relativement complexes et il a donc été décidé de ne pas en mettre au point dans le code CREX afin de faciliter la lecture des messages par l'homme en maintenant la forme symbolique aussi simple que possible.

2.2.2.3 Simplification de l'échange des données

Le code CREX vient compléter le code BUFR en matière d'échange des données et sa lisibilité par l'homme facilite l'échange des données lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser le code BUFR. La combinaison des deux codes satisfait aux besoins en matière d'échange de données pour tous les types possibles de données météorologiques, océanographiques ou autres données environnementales.

2.2.2.4 Réduction des dépenses de formation

Etant donné que chaque forme de représentation alphanumérique traditionnelle concerne uniquement un type de données précis, ces formes de représentation sont très nombreuses (47 dans la Partie A du Volume I.1 du Manuel des codes de l'OMM). Vu ce grand nombre de formes de représentation alphanumérique traditionnelles et étant donné que les Membres peuvent être appelés à en utiliser plusieurs, ils sont souvent contraints de former leurs employés à plusieurs de ces codes. Ces activités de formation peuvent se révéler très coûteuses. Etant donné que CREX et BUFR sont des formes de représentation qui s'auto-définissent, elles sont toutefois en mesure de remplacer toutes les formes de représentation alphanumérique traditionnelles actuellement utilisées. Ceci signifie que les Membres n'auront plus à assurer la formation de leur personnel qu'à l'utilisation de BUFR et de CREX. On peut donc supposer que le passage à ces codes se traduira par une réduction des dépenses de formation engagées par les Membres.