

Information géographique – Imagerie et données rectangulaires

par Kian Fadaie

Table des matières

Introduction

- 1 Portée
- 2 Références
- 3 Examen des normes existantes
 - 3.1 Organisation internationale de normalisation (ISO)
 - 3.1.1 ISO/IEC JTC 1 – Technologies de l'information
 - 3.1.2 ISO/TC 130 – Technologie graphique
 - 3.2 Norme DIGEST (Norme d'échange de l'information géographique numérique)
 - 3.3 Norme SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*) : *Part 5: Raster Profile* (Profil rastré)
 - 3.4 IHO S-57 – Organisation hydrographique internationale – Norme de transfert des données hydrographiques numériques
 - 3.5 CEOS – Comité sur les satellites d'observation de la Terre
 - 3.5.1 Superstructure du CEOS
 - 3.5.2 Superstructure CEOS et protocole d'interopérabilité des catalogues (CIP – *Catalogue Interoperability Protocol*)
 - 3.5.3 Aperçu de l'architecture CIP
 - 3.5.4 Caractéristiques du protocole CIP
 - 3.6 EOSDIS/HDF
 - 3.6.1 Modèles de données conceptuels
 - 3.6.2 Format hiérarchique de données (HDF)
 - 3.6.3 HDF-EOS – Implémentation en format HDF des modèles conceptuels EOSDIS
 - 3.7 Union internationale des télécommunications – Télécommunications UIT-T SG VIII - T.4 et T.6
 - 3.8 Open GIS Consortium (OGC) – Couvertures
 - 3.9 Formats privés
 - 3.9.1 Codage par transformée fractale
 - 3.9.2 Format GIF (format d'échange graphique)
 - 3.9.3 Photo Compact Disk
 - 3.9.4 Portable Network Graphics (PNG)
 - 3.9.5 Format TIFF (*Tag Image File Format* – *Format d'étiquette de fichier vidéo*)
 - 3.9.6 GeoTIFF
 - 3.10 Correspondance entre les normes existantes sur l'imagerie et les données rectangulaires et les normes sur l'information géographique
- 4 Composantes de l'imagerie et des données rectangulaires
 - 4.1 Éléments d'image et cellules
 - 4.2 Métadonnées
 - 4.3 Superposition spatiale
 - 4.4 Encapsulation et codage
- 5 Interaction avec les autres normes
 - 5.1 Sous-composantes
 - 5.2 Profils
 - 5.3 Harmonisation avec les normes chevauchant la série ISO 19100
- 6 Plan pour inclure l'imagerie et les données rectangulaires dans les sujets d'étude du comité ISO/TC 211
 - 6.1 Impact sur les sujets d'étude existants
 - 6.2 Nouveaux sujets devant être mis à l'étude

Annexe A (à titre informatif) **Organisation des cellules**

Annexe B (à titre informatif) **Métadonnées**

Annexe C (à titre informatif) **Nouveaux sujets à étudier en rapport avec l'imagerie et les données rectangulaires**

Annexe D (à titre informatif) **Sigles**

Introduction

Ce rapport technique cherche à identifier les moyens qui permettraient au comité technique ISO/TC 211 de traiter l'imagerie et les données rectangulaires dans le contexte de ses normes.

Une image naturelle est une représentation radiométrique du monde réel, tel que celui-ci est perçu par un capteur optique ou autre. Une image synthétique est une représentation générée de données spatiales, dans un format visuel. Les données-image naturelles et synthétiques sont de plus en plus utilisées dans les domaines de l'information géographique et de la géomatique. Les données rectangulaires sont une représentation de valeurs d'attributs exprimées en termes d'un quadrillage spatial. On peut traiter ces trois formes d'information spatiale d'une manière similaire en les représentant sous forme d'une trame ou d'une structure matricielle. Les trames et les matrices sont des structures de tableaux qui peuvent être codées différemment, selon les caractéristiques des données.

La quantité d'images naturelles et synthétiques et de données rectangulaires actuellement produites est énorme, et elle va croissante. Parmi les satellites imageurs actuels, mentionnons LANDSAT, RADARSAT, SPOT, ERS, MOS, JERS et NOAA. En outre, ce type d'image comprend celles qui sont prises par les satellites militaires et celles provenant d'autres sources publiques et privés. D'ici 2005, on devrait procéder au lancement d'une centaine de satellites d'observation de la Terre, 60 d'entre eux devant l'être d'ici la fin de 1999. Certains de ces satellites produiront jusqu'à 22 000 scènes par jour! L'orthophotocartographie numérique est un autre domaine où l'on fait actuellement d'importants investissements financiers, et qui produit un grand volume de données rastrées. Il est manifeste que les pressions seront grandes pour que cette imagerie soit produite dans un format normalisé, afin qu'elle soit utilisable avec les données provenant d'autres sources.

On procède actuellement à la numérisation de vastes inventaires de cartes papier, ce qui produit des volumes considérables d'images synthétiques, dont le volume dépassera pour une longue période, selon les prévisions, celui des ensembles de données vectorielles. Les cartes rastrées synthétiques comprennent les produits cartographiques papier numérisés, notamment les cartes topographiques, les cartes nautiques, les cartes des sols et de la végétation, et autres produits. Elles comprennent aussi les ensembles de données rastrées produites directement à partir d'ensembles de données vectorielles. Comme la demande d'imagerie et de données rectangulaires est importante et croîtra rapidement dans un proche avenir, il est nécessaire que le comité ISO/TC 211 se penche sur cette forme de données. De nombreux pays et organisations internationales produisent des modèles altimétriques numériques (MAN). On procède également à la compilation d'autres types de données rectangulaires volumineuses, notamment les données socio-économiques géoréférencées (dont les données sur l'utilisation du territoire), les données météorologiques et les données bathymétriques.

Dans de nombreux pays, on met en place des réseaux d'observation de la Terre et des infrastructures d'information afin d'améliorer davantage l'accès aux données, produits et services de la télédétection, et d'en accroître l'utilisation. L'objectif est d'offrir des interfaces modernes entre les archives de données et leurs utilisateurs. L'interopérabilité des archives de données – dont un élément important sont justement les normes d'interopérabilité – facilitera grandement leur utilisation par les organisations gouvernementales et le secteur à valeur ajoutée.

Cette publication se propose expressément d'analyser les caractéristiques de l'imagerie et des données rectangulaires, et de faire des recommandations sur la façon dont ces données peuvent être traitées par le comité ISO/TC 211. On constate un chevauchement important entre bon nombre de sujets d'étude du comité ISO/TC 211 et les domaines qu'il convient de normaliser afin de favoriser le développement de l'imagerie et des données rectangulaires. Par exemple, il est possible de partager de nombreux éléments de métadonnées entre les représentations vectorielles et rastrées, mais pour tenir compte de certains aspects particuliers des données rastrées, on devra également utiliser des métadonnées spécifiques à ce type de données.

La normalisation des formats de données rastrées et matricielles profitera surtout aux distributeurs et aux utilisateurs de données rastrées. À l'heure actuelle, les données produites par chaque satellite définissent en quelque sorte leur « propre norme », basée sur les caractéristiques des capteurs embarqués sur le satellite. Il existe également de nombreux formats « normalisés » d'échange et de distribution de données rastrées synthétiques, comme les cartes papier numérisées. Au mieux, l'intégration des données est une tâche difficile.

Bien que les capteurs utilisés pour l'obtention des données aient chacun ses caractéristiques propres, leurs paramètres de base partagent néanmoins passablement d'éléments communs. En outre, bon nombre des aspects du travail actuel du comité ISO/TC 211 touchant les normes sur les données vectorielles (référence géographique, qualité, métadonnées, services de positionnement et présentation) s'appliquent également aux données rastrées et matricielles.

1 Portée

Ce rapport technique examine comment les données rastrées et rectangulaires sont actuellement traitées dans le secteur de la géomatique, l'objectif étant de proposer des mécanismes qui permettraient à ce type de données d'être prises en charge par les normes sur l'information géographique.

Le rapport traite des aspects de l'imagerie et des données rectangulaires qui ont été normalisés ou sont en voie de l'être par d'autres comités de l'ISO et par des organisations de normalisation externes, et qui influencent ou favorisent l'établissement de normes sur les données rastrées et rectangulaires pour l'information géographique. Le rapport décrit également les parties de ces normes (autant celles de l'ISO que les normes externes) pouvant être harmonisées avec la série de normes ISO 19100 sur l'information géographique/géomatique.

Le rapport présente un plan à l'intention du comité ISO/TC 211, afin que celui-ci étudie la question de l'imagerie et des données rectangulaires d'une manière intégrée, dans le cadre de la série de normes ISO 19100 sur l'information géographique.

2 Références

Les normes et spécifications publiques suivantes contiennent des dispositions qui, de par leur citation dans le présent rapport, constituent également des dispositions de ce dernier. Au moment de la publication, les éditions indiquées ci-dessus étaient valides. Toutes les normes et spécifications publiques font l'objet de révisions, et les parties aux accords basés sur le présent rapport sont encouragées à étudier la possibilité d'appliquer les plus récentes éditions des normes et spécifications publiques ci-dessous. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour des registres des normes internationales en vigueur.

ISO 19101, *Information géographique — Modèle de référence* ¹⁾

ISO 19103, *Information géographique — Schéma de langage conceptuel* ¹⁾

ISO 19104, *Information géographique — Terminologie* ¹⁾

ISO 19105, *Information géographique — Conformité et essais* ¹⁾

ISO 19106, *Information géographique — Profils* ¹⁾

ISO 19107, *Information géographique — Schéma spatial* ¹⁾

ISO 19108, *Information géographique — Schéma temporel* ¹⁾

1) Sera publié ultérieurement.

- ISO 19109, *Information géographique — Règles de schéma d'application* ¹⁾
- ISO 19110, *Information géographique — Méthode de catalogage des entités* ¹⁾
- ISO 19111, *Information géographique — Systèmes de référence spatiale par coordonnées* ¹⁾
- ISO 19112, *Information géographique — Systèmes de référence spatiale par identificateurs géographiques* ¹⁾
- ISO 19113, *Information géographique — Qualité* ¹⁾
- ISO 19114, *Information géographique — Procédures de l'évaluation de la qualité* ¹⁾
- ISO 19115, *Information géographique — Métadonnées* ¹⁾
- ISO 19116, *Information géographique — Services de positionnement* ¹⁾
- ISO 19117, *Information géographique — Présentation* ¹⁾
- ISO 19118, *Information géographique — Codage* ¹⁾
- ISO 19119, *Information géographique — Services* ¹⁾
- ISO 19120, *Information géographique — Normes fonctionnelles* ¹⁾

3 Examen des normes existantes

Il existe actuellement plusieurs autres tentatives de normaliser différents aspects de l'imagerie et des données rectangulaires, dans différents domaines connexes. Par exemple, la norme fonctionnelle DIGEST porte sur les données rastrées et matricielles. L'OHI a entrepris des travaux sur le traitement des cartes numérisées synthétiques en tant que données rastrées. Les travaux actuels du comité ISO/IEC JTC 1/SC 24 (Infographie et traitement de l'image) sont d'une importance particulière. Ce comité a publié le format BIIF (*Basic Image Interchange Format – Format d'échange de l'image de base*), qui constitue un format normalisé d'échange des images pour une foule d'applications en imagerie, notamment l'imagerie médicale et les autres applications de nature non géospatiale. Le groupe de travail DGIWG a réalisé d'importants travaux afin d'harmoniser la norme DIGEST avec les travaux du comité ISO/IEC JTC 1/SC 24. D'ailleurs, l'Annexe D de la norme DIGEST consiste en une encapsulation de DIGEST en termes des composantes du format BIIF. Notons également la compatibilité avec le format NSIF (*NATO Secondary Imagery Format*) de l'OTAN. Le comité ISO/TC 211 doit entreprendre de toute urgence une étude formelle des normes sur les données rastrées et matricielles, afin d'aligner la série de normes de base de l'ISO avec ces normes externes. Des efforts parallèles se poursuivent également au sein du comité JTC 1/SC 32/WG 4 SQL/MM afin de permettre la prise en charge des types de données et des opérateurs pour la gestion, l'interrogation et la diffusion des données-image. L'Open GIS Consortium a récemment publié un document d'étude RFP sur la notion de « couverture », d'une grande importance pour l'imagerie et les données rectangulaires.

Les paragraphes qui suivent font le point sur les travaux relatifs à ces normes externes touchant l'imagerie et les données rectangulaires. On y traite essentiellement des normes internationales et publiques, ou des normes ouvertes. Le paragraphe 3.9 décrit brièvement quelques-uns des plus importants projets d'élaboration de normes en cours dans le secteur privé ou dans l'industrie.

3.1 Organisation internationale de normalisation (ISO)

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) est la principale organisation mondiale de normalisation. Elle établit des normes internationales dans des domaines nombreux et très divers. Outre le comité ISO/TC 211, plusieurs comités de l'ISO effectuent des travaux pouvant présenter un intérêt pour la normalisation des données rastrées.

3.1.1 ISO/IEC JTC 1 – Technologies de l'information

Le comité JTC 1 (un comité technique conjoint de l'Organisation internationale de normalisation et de la Commission électrotechnique internationale) est responsable de la normalisation des technologies de l'information. Les travaux de plusieurs de ses sous-comités sont d'une importance particulière pour l'étude des données rastrées.

- Sous-comité ISO/IEC JTC 1/SC 24 – s'occupe d'infographie et de traitement de l'image.
- Sous-comité ISO/IEC JTC 1/SC 29 – s'occupe du codage du son, de l'image, de l'information multimédia et hypermédia.
- Sous-comité ISO/IEC JTC 1/SC 32/WG 3 – s'occupe de la gestion et de l'échange de données.

3.1.1.1 ISO/IEC JTC 1/SC 24 – Infographie et traitement de l'image

Ce sous-comité du JTC 1 est responsable des normes relatives à l'infographie et au traitement de l'image, et il a mis au point la norme IPI-IIF (*Image Processing and Interchange, Image Interchange Facility* - Traitement de l'image et échange (IPI), Accessoires pour l'échange d'images(IIF)). Cet ensemble de normes constitue un cadre pour le traitement de tous les types d'images. Cette norme est en cours d'élaboration à l'ISO, dans le cadre de ses travaux sur le traitement des images, et elle est à dessein suffisamment générale pour prendre en charge des types très divers d'images, y compris l'imagerie et les radiographies médicales, les photographies, les images-satellite et les autres données recueillies par capteurs, ainsi que les cartes numérisées. On prévoit que l'on élaborera des métadonnées détaillées et adaptera la norme de base dans différents domaines, notamment en cartographie. La norme ISO/IEC 12087:1995 (IPI-IIF) est vaste et comporte de nombreuses parties, dont une norme de codage séparée, ISO/IEC 12089:1997. La norme prescrit un ensemble de types de données-image indépendant de l'environnement, ainsi qu'une interface de programmation d'applications (API) et un format d'échange (IPI-IIF). Le codage sous-jacent est ISO 8824 ASN.1.

La norme ISO/IEC 12087 IPI-IIF comprend les parties suivantes :

- Partie 1 : Architecture commune pour l'image.
- Partie 2 : Interface de programmation d'applications PIKS (système du noyau d'imagerie du programmeur).
- Partie 3 : Utilitaire d'échange d'images (IPI-IIF).

Une autre partie de la norme IPI-IIF est le format BIIF (ISO/IEC 12087-5: Format d'échange de l'image de base). L'élaboration de cette norme s'est appuyée sur la collaboration des organismes suivants : ISO/IEC JTC 1/SC 24, NATO Air Group IV, Digital Geospatial Information Working Group (DGIWG), Département américain de la Défense. Le document *US National Imagery Transmission Format Standards* (NITFS) a servi de document de base pour le format BIIF. En outre, le gouvernement américain a cherché à harmoniser la norme NITFS avec la norme américaine SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*).

Cette norme internationale publiée utilisera les profils normalisés internationaux pour définir et organiser l'application de la norme dans divers domaines. Le format américain NITF (*National Imagery Transmission Format*) et le format NSIF (*Secondary Imagery Format*) de l'OTAN seront traités en tant que profils du format BIIF. Parmi les applications commerciales du format NITF, mentionnons les produits ERDAS IMAGINE, ARC-INFO et un produit de Northrup.

La norme BIIF décrit en détail la structure globale du format, et contient les spécifications du format et du domaine de données pour tous les champs définis dans la norme BIIF. Cette norme fait partie de la série de normes ISO/IEC 12087 sur le traitement et l'échange d'images, et, à ce titre, elle est conforme aux spécifications relatives à l'architecture et aux objets donnés du comité ISO/IEC 12087-1, soit l'architecture commune pour l'imagerie (*Common architecture for imaging*). La norme BIIF prend en charge un mécanisme de profilage, lequel est une combinaison des approches retenues pour différents groupes et normes : ISO/IEC 12087-2 (Interface de programme d'applications - PIKS), ISO/IEC 10918 (Groupe mixte d'experts en photographie - JPEG), ISO/IEC 8632 (Métafichiers infographiques - CGM) et ISO/IEC 9973 (Procédures pour l'enregistrement des items graphiques). Pour ce qui est du format *International Standard Imagery Format ISP*, la référence géospatiale se fait par inclusion obligatoire des extensions de données à caractère géospatiale définies à l'Annexe D de la norme DIGEST.

Dans le format BIIF, un processus de traduction permet l'échange des données entre des systèmes disparates. Selon le format BIIF, chaque système doit être compatible avec seulement un format externe qui sera utilisé pour la communication avec tous les autres systèmes participants. Lorsque le format BIIF n'est pas utilisé comme format interne natif d'un système, chaque système effectue une traduction, vers le format BIIF, de sa représentation interne des images. Un système à partir duquel des données doivent être transférées est pourvu d'un module de traduction qui accepte l'information structurée selon la représentation interne des images et des données connexes dans ce système, et qui regroupe cette information dans le format BIIF. Cette méthode offre la possibilité d'implanter des lecteurs (applications) BIIF d'utilisation générale pouvant présenter l'imagerie de base et les annotations de tout produit-fichier compatible avec le format BIIF et créé selon les paramètres d'un profil donné du format BIIF. Certes, il existe des méthodes plus robustes autorisant les structures de données autodéfinissables, mais elles accroissent grandement la complexité de l'implémentation de lecteurs (applications) d'utilisation générale pouvant interpréter intelligemment les structures de fichiers créées par une grande diversité de générateurs dont la conception est fort variée. Il existe également des formats plus simples pour les fichiers d'images. Ces formats sont habituellement conçus pour représenter une image numérique simple, et leurs fonctionnalités sont souvent trop restreintes pour répondre aux besoins des applications qui, même si elles sont un peu plus perfectionnées, sont néanmoins encore élémentaires. Le format BIIF offre des fonctionnalités de base qui permettent de combler le fossé entre les formats d'images numériques simples et les formats autodéfinissables, extrêmement sophistiqués et potentiellement complexes. Le format BIIF a donc ses propres limites intrinsèques, mais il n'en constitue pas moins un format d'imagerie de base très intéressant pouvant répondre aux besoins d'une grande diversité d'applications dans le domaine de l'imagerie.

3.1.1.2 ISO/IEC JTC 1/SC 29 – Codage du son, de l'image, de l'information multimédia et hypermédia

Le comité ISO/IEC JTC 1/SC 29 traite d'une grande variété de normes portant sur l'échange des images et des données multimédia. Ce comité est composé de plusieurs groupes d'experts. Les normes qu'ils élaborent sont connues de façon officieuse d'après le nom de ces groupes.

- WG 1 : Groupe mixte d'experts en photographie (JPEG – *Joint Photographic Experts Group*) pour les images à tons continus, et le Groupe mixte sur les images à deux niveaux (JBIG – *Joint Binary Images Group*) pour les images rastrées à deux niveaux.
- WG 11 : Groupe d'experts pour le codage d'images animées (MPEG – *Moving Pictures Experts Group*).
- WG 12 : Groupe d'experts pour le codage des informations multimédia et hypermédia (MHEG - *Multimedia/Hypermedia Information Coding Experts Group*).

La norme ISO/IEC 11544, *Représentation codée des images et du son – Compression progressive des images en deux tons* (JBIG), est parrainée conjointement par l'Union internationale des télécommunications (UIT - une organisation de l'ONU) et l'ISO. Elle offre une méthode de compression efficace sans perte des images en noir et blanc, en deux tons. La norme permet l'utilisation de techniques de codage génériques pour la compression et la décompression des données et des images à deux niveaux, et pour des images à nombre de bits limité par pixel, comme celles qui comportent un nombre restreint de couleurs ou de niveaux de gris. Cette norme comprend également des techniques de construction progressive des images, allant des faibles résolutions aux résolutions élevées, et des techniques de réduction de la résolution des images.

La norme ISO/IEC 10918, *Compression numérique et codage des images fixes de nature photographique (JPEG)*, est parrainée conjointement par l'UIT et l'ISO. Elle porte sur les images (photographiques) à tons continus. Cette norme contient des algorithmes de transformation avec perte et des algorithmes prédictifs sans perte, la forme avec perte étant très efficace à des ratios de compression atteignant 35/1. La compression JPEG rend l'utilisation des images numériques à tons continus beaucoup plus économique, car elle permet de réduire de manière spectaculaire le volume de stockage et la bande passante requise pour la transmission de ces images. En outre, la compression JPEG permet l'échange d'images entre des fournisseurs différents, à l'intérieur des applications et entre des applications différentes, puisqu'elle fournit une représentation codée commune des données-image comprimées. La norme ISO/IEC 13818 MPEG-2, *Codage générique des images animées et du son associé*, offre une représentation codée unifiée de l'information audiovisuelle qui répond aux exigences de multiples applications, tout en maximisant la collaboration entre celles-ci. Cette norme utilise une méthode de type profil/niveau. La grande acceptation de cette norme par l'industrie permet de remplacer progressivement le matériel analogique existant et coûteux, et encourage l'interopérabilité d'applications multimédia jusqu'alors séparées.

La norme ISO/IEC 13522, *Codage de l'information multimédia et hypermédia (MHEG)*, permettra la représentation codée des objets d'information multimédia et hypermédia dans leur forme finale, afin qu'ils puissent être échangés à l'intérieur des applications et services ouverts ou entre ceux-ci, peu importe le moyen d'échange. L'objectif de cette norme est de faciliter le développement des applications multimédia dans les environnements ouverts, en assurant la compatibilité inter-environnement des unités élémentaires d'information appelées objets MHEG (objets multimédia et hypermédia). Dans le contexte actuel, les techniques génériques (comme les techniques de compression) et les techniques orientées objet (comme celles qui sont utilisées dans la technologie MHEG) gagnent en popularité dans divers domaines, jusqu'à présent distinctes, comme les télécommunications, l'informatique, la télévision et l'électronique grand public. À maints égards, la technologie MHEG s'avère être au point de convergence de ces secteurs. La possibilité d'offrir un format d'échange pour les médias numériques (images, sons, textes, graphiques), d'échanger des objets d'information entre systèmes et de réutiliser cette information dans des applications ultérieures sont des caractéristiques fort importantes pour de nombreux services. Mentionnons la documentation technique et les systèmes de bureautique, la formation et l'éducation, l'édition, le travail en collaboration assisté par ordinateur, et la diffusion d'information multimédia en ligne permettant la navigation dans les systèmes de télévision numérique.

Les deux normes SC 29 qui présentent un intérêt particulier pour les données rastrées, dans le cadre des travaux du comité ISO/TC 211, sont les normes connues officieusement par les sigles JBIG et JPEG. Les normes MPEG et MHEG présentent un intérêt seulement indirect pour les travaux du comité ISO/TC 211. Elles peuvent s'avérer utiles dans les cas où l'information cartographique est incluse dans des applications multimédia.

3.1.1.3 ISO/IEC JTC 1/SC 32/WG 3 SQL/MM – Structure – Langages de bases de données

Le groupe de travail ISO/IEC JTC 1/SC 32/WG 3, qui s'occupe des langages de bases de données, met actuellement au point la version 3 du langage SQL. C'est le langage d'interrogation et de définition utilisé pour les bases de données relationnelles. En parallèle avec cette version de SQL, on élabore une norme séparée appelée SQL/MM (multimédia). Le groupe de travail SC 32/WG 4 est responsable du langage SQL/MM (multimédia) et des progiciels (ou paquetages) d'application. La partie 5 de la norme SQL/MM (images fixes) traite des données-image.

La norme ISO/IEC 9075, *SQL*, est importante et largement appliquée. Sa norme jumelle, la norme ISO/IEC 13249, *SQL/MM*, définit des types de données propres aux applications multimédia, ainsi que les routines connexes de définition et d'interrogation employant les caractéristiques utilisateur de la version 3 du langage SQL (ISO/IEC 9075 version 3 SQL3). La norme SQL/MM comporte plusieurs parties, à savoir :

- Partie 1 : Cadre de référence
- Partie 2 : Plein texte
- Partie 3 : Données spatiales
- Partie 4 : Utilitaires généraux

— Partie 5 : Images fixes

La version actuelle de la norme SQL/MM est rendue à l'étape finale DIS (FDIS), dans les travaux du comité ISO/IEC JTC 1. Elle est étroitement associée à la révision de la norme ISO 9075:1998 SQL3, et ne deviendra pas une norme finale tant que les travaux sur la norme SQL3 ne seront pas terminés.

La partie 3 de la norme SQL/MM (données spatiales) porte sur les données vectorielles. Elle définit des types de données propres aux applications et les routines connexes de définition et d'interrogation de ces données. On a procédé à une importante harmonisation de la norme SQL/MM partie 3 et des projets 19107 et 19111 du comité ISO/TC 211 avec le modèle *OGC Simple Feature Model*. La norme SQL/MM définit utilement, en termes de base de données, les éléments fondamentaux employés dans les modèles de données vectorielles. On a proposé un effort de coordination similaire afin d'harmoniser la partie 5 de la norme SQL/MM avec les travaux du comité ISO/TC 211 sur l'imagerie et les données rectangulaires, et avec les travaux du comité OGC sur les données dites de « couverture »². Toutefois, dans le domaine de l'imagerie et des données rectangulaires, plusieurs travaux de normalisation (décrits dans le présent rapport) gagneraient à être harmonisés.

La norme ISO/IEC 13249-5, *Images fixes*, définit les types d'images pour les images fixes simples et les annotations connexes en mode texte. On définit un type spécial de données pour les images JPEG (norme ISO/IEC DIS 10918-4), ces images étant définies comme de grands objets binaires. Des fonctions sont également définies afin qu'elles fournissent des valeurs spécifiques qui sont incorporées dans la définition des images JPEG.

3.1.2 ISO/TC 130 – Technologie graphique

Le comité technique 130 de l'ISO, qui traite de la technologie graphique, a élaboré la norme ISO 12639, *Technologie graphique – Échange de données numériques de préimpression – Format de fichier d'image d'étiquette pour la technologie d'image (TIFF/IT)*. Il s'agit d'un format de deuxième génération, mis au point par un organisme public de normalisation afin de remplacer le format TIFF élaboré par l'industrie (et qui est donc un format privé), dans le secteur de la technologie graphique. Cette norme a été conçue pour être compatible en amont avec la norme TIFF 6.0.

Ce projet de norme internationale prescrit une technique, indépendante des supports, pour l'échange de données électroniques de préimpression. Il définit les formats des fichiers d'images pour le codage des images couleur à tons continus, des images monochromes/couleur, des images à tons continus et haute résolution, des images à tons continus monochromes, des images binaires et des images monochromes binaires.

La norme offre deux niveaux de conformité : conformité TIFF/IT (aussi désignée sous le nom de norme TIFF/IT intégrale) et conformité TIFF/IT-P1. Les deux niveaux de conformité visent à autoriser une technique indépendante des supports pour l'échange de divers types d'images dans les secteurs de la préimpression, de l'impression, des arts graphiques et du traitement de l'information. La conformité TIFF/IT-P1 prévoit un ensemble minimal d'options, afin de permettre l'implémentation et la compatibilité simples, dans la mesure du possible, avec les unités de lecture et d'écriture TIFF 6.0 couramment utilisées. La norme TIFF/IT-P1 a été conçue pour être utilisée lorsque l'ensemble entier des options TIFF/IT n'est pas requis.

3.2 Norme DIGEST (Norme d'échange de l'information géographique numérique)

La norme DIGEST mise au point par le groupe de travail DGIWG permet déjà depuis plusieurs années de traiter les ensembles d'images et de données rectangulaires (rastrées). Elle comprend un certain nombre de formats de produit qui ont en commun certaines métadonnées et une structure de codage des pixels. Il existe un volume appréciable de données formatées selon cette norme.

2) Le comité ISO/TC 211 n'a pas encore défini les termes couverture, image, trame, matrice et données rectangulaires. À cet égard, une demande de mise à l'étude d'une nouvelle question du stade 0 (NP 17754) et de la question Schéma de couverture (NP 17753) a été formulé, et l'équipe de terminologie a été saisie de ces termes.

La norme DIGEST version 2.0 a été publiée en juin 1997. Outre les données vectorielles géospatiales, cette norme couvre également l'imagerie et les données rectangulaires d'une manière compatible avec la norme ISO/IEC JTC 1/SC 24 BIIF. La norme DIGEST comporte l'Annexe D (*Image Interchange Format – Format d'échange des images*), qui encapsule le format STANAG 4545 NSIF (*NATO Secondary Imagery Format*) de l'OTAN. Les systèmes utilisant l'imagerie géoréférencée, les données matricielles ou les données cartographiques rastrées, formatées selon la norme NSIF, devraient être conçus afin d'extraire les données requises selon les prescriptions de l'Annexe D de la norme DIGEST. Le groupe de travail ISO/IEC JTC 1/SC 24 met actuellement au point un projet de norme internationale pour la norme BIIF, basé sur le format NITFS et NATO STANAG 4545, norme qui sera connue sous le sigle NSIF (*interNational Standard Imagery Format - Format normalisé international d'imagerie*). La version actuelle du BIIF fait référence à l'Annexe D de la norme DIGEST, et il en sera ainsi jusqu'à ce que des composantes correspondantes existent au sein du groupe de travail ISO/TC 211.

Le format NSIF permet l'échange normalisé d'images (cette norme propose les techniques de compression selon la norme ISO 10918, *Groupe mixte d'experts en photographie et Quantification vectorielle*), de graphiques (ISO/IEC 8632 *Métafichier infographique*) et de données texte. Dans le format NSIF, les données-image comprennent l'imagerie multispectrale et les images destinées à être affichées en monochrome (ombres de gris), en mappage couleur (pseudo-couleurs) ou en couleurs véritables. Ce format couvre également les données rectangulaires ou matricielles destinées à fournir de l'information géographique ou de géocodage. Voici quelques-unes des catégories d'images prises en charge par le format NSIF, ainsi que par le format IIF décrit à l'Annexe D de la norme DIGEST.

Tableau 1 — Catégories d'images prises en charge par la norme DIGEST

Catégorie d'image	Définition	Catégorie d'image	Définition
VIS	Imagerie dans le visible	SAR	Radar à antenne synthétique
SL	Radar à visée latérale	SARIQ	Radiohologramme SAR
TI	Infrarouge thermique	IR	Infrarouge
FL	Infrarouge avant	MS	Multispectral
RD	Radar	MAP	Cartes rastrées
EO	Électro-optique	LEG	Légendes
OP	Optique	PAT	Aplats de couleur
HR	Radar haute résolution	DTEM	Données matricielles (altimétriques)
HS	Hyperespace spectral	MATR	Données matricielles (autres)
CP	Photographie couleur	LOCG	Quadrillage de localisation
BP	Photographie noir et blanc		

Grâce à un mécanisme d'extension de la norme NSIF, il est possible d'ajouter des types de données et leurs caractéristiques qui ne sont pas explicitement définis dans la norme. En effet, l'Annexe D de la norme DIGEST définit un ensemble d'extensions de données permettant la prise en charge de l'information géospatiale standard. Ces extensions sont utilisées avec le format NSIF pour représenter les métadonnées géographiques standard, comme les descriptifs de référence géographique, de source et de qualité. Voici une brève description de ces extensions standard :

- GEOPS pour les paramètres de géocodage, y compris les systèmes de référence géodésique, les ellipsoïdes et les projections;
- GRDPS pour les données matricielles, rastrées ou image non redressées, qui sont positionnées au moyen d'un quadrillage de localisation;

GEOLO	pour les données matricielles, rastrées ou image redressées de manière uniforme à l'aide de systèmes de coordonnées géographiques (latitude/longitude);
MAPLO	pour les données matricielles, rastrées ou image redressées de manière uniforme à l'aide de systèmes de coordonnées cartographiques (est/nord);
REGPT	pour les points de superposition dans les systèmes géographiques ou cartographiques;
ACCPO	pour la précision altimétrique et planimétrique des régions pour lesquelles les définitions sont constantes;
ACCHZ	pour la précision planimétrique lorsqu'elle est constante dans une région mais que la précision altimétrique cette même région varie;
ACCVT	pour la précision altimétrique lorsqu'elle est constante dans une région mais que la précision planimétrique cette même région varie;
SNSPS	pour les paramètres des capteurs;
SOURC	pour l'information sur la source des cartes.

3.3 Norme SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*) : *Part 5: Raster Profile* (Profil rastré)

La norme SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*) est une norme établie par plusieurs nations - les États-Unis, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et la Corée du Sud. Le 9 juin 1998, l'American National Standards Institute (ANSI) a officiellement adopté la norme SDTS comme norme nationale américaine (*American National Standard*). La désignation officielle de cette norme est ANSI NCITS 320:1998. D'abondants travaux sont actuellement en cours afin de développer divers profils pour implémenter la norme SDTS.

Cette norme définit un mécanisme général pour le transfert des données spatiales géocodées et leurs métadonnées connexes, c.-à-d. les attributs, les rapports sur la qualité des données, les systèmes de référence et de coordonnées, l'information sur la sécurité, etc. Le principe directeur de la norme SDTS est que le transfert des données spatiales soit autodocumenté. L'ensemble de données, selon la norme SDTS, devrait contenir toute l'information requise pour évaluer et/ou utiliser les données pour toute application SIG (Système d'information géographique) appropriée. Les spécifications de base SDTS (parties 1, 2 et 3) sont mises en place grâce aux profils de la norme SDTS. En termes généraux, on peut définir un profil SDTS comme un sous-ensemble restreint de la norme, conçu pour être utilisé avec un type spécifique de données (p. ex., données vectorielles topologiques, données ponctuelles, imagerie et données rectangulaires). Des choix particuliers sont faits pour les possibilités de codage qui ne sont pas prises en charge, qui sont facultatives ou qui offrent de nombreux choix dans le cadre des spécifications de base de la norme SDTS. Un profil peut également comporter des extensions de la norme de base, pour tenir compte des progrès technologiques et tirer profit des autres normes de l'industrie. À l'heure actuelle, la norme SDTS *Part 4: Topological Vector Profile*, est une composante de la norme ANSI NCITS 320:1998. Les lecteurs du présent rapport seront probablement intéressés par l'élaboration de la norme SDTS *Part 5: Raster Profile*.

Des efforts considérables ont été déployés afin d'harmoniser la norme SDTS avec les autres normes, notamment les séries de normes *EOSDIS Satellite Imagery* et DIGEST. Le groupe de travail US Raster Convergence Group cherche, en se basant sur le processus d'élaboration de normes de l'US Federal Geographic Data Committee (FGDC), à fusionner les normes existantes sur les données rastrées, utilisant pour ce faire des extensions des formats originaux, afin de s'éloigner autant que possible des normes d'utilisation restreinte et spécialisée. Parmi les normes à l'étude, mentionnons le profil pour données rastrées de la norme SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*), la norme BIFF (*Basic Image Interchange Format*), la norme TIFF (*Tagged Image File Format*) et la norme NITF (*US National Image Transmission Format*). Ces travaux ont eu pour résultat l'élaboration d'une nouvelle version du profil pour données rastrées de la norme SDTS, *Part 5: Raster Profile and Extensions* (SRPE). La norme SRPE incorporera une extension basée sur la norme NSIF, décrite au paragraphe 3.2. Le comité américain FGDC a accepté la norme *SDTS Part 5: Raster Profile and Extensions* à titre de norme de la FGDC, le 24 février 1999.

La norme SRPE met de l'avant un concept clé, soit l'utilisation, au besoin, d'une norme existante de transfert des images, comme les normes BIFF, TIFF ou JFIF (format d'échange des fichiers JPEG), pour coder des données-image. Les modules SDTS fournissent des outils pour superposer géographiquement les données-image et inclure toute autre métadonnée nécessaire à leur utilisation dans un contexte d'information ou d'analyse géographique.

Le tableau suivant indique les modules de base pour le transfert des profils rastrés tels qu'ils sont définis dans la norme SDTS *Part 1: Logical Specifications*. Veuillez noter que la partie 1 de la norme SDTS offre beaucoup plus de schèmes de codage des données rastrées et en N dimensions que ce que n'offre la norme SRPE. Un autre profil (ou une Annexe à la norme SRPE existante) pourrait être élaboré, afin de tirer profit de ces possibilités additionnelles.

Tableau 2 — Modules de base d'un profil SDTS pour données rastrées

Noms des modules standard SDTS utilisés dans la norme SRPE	
IDEN (Identification)	CATD (Catalogue/Répertoire)
CATX (Catalogue/références croisées)	CATS (Catalogue/Domaine spatial)
SCUR (Sécurité)	IREF (Référence spatiale interne)
XREF (Référence spatiale externe)	RGIS (Superposition)
SPDM (Domaine spatial)	DDDF (Dictionnaire de données/Définition)
DDOM (Dictionnaire de données/Domaine)	DDSH (Dictionnaire de données/Schémes)
STAT (Statistiques sur le transfert)	DQHL (Qualité des données/Lignage)
DQPA (Qualité des données/Exactitude spatiale)	DQAA (Qualité des données/Exactitude des attributs)
DQLC (Qualité des données/Uniformité logique)	DQCG (Qualité des données/Intégralité)
CLRX (Index des couleurs)	
RSDF (Définition des trames)	LDEF (Définition des couches)
Cell (Cellules)	Attp (Attributs primaires)
Bttp (Attributs secondaires)	

Le transfert des données selon la norme SRPE s'effectue par instanciation de ces modules. Il doit y avoir un module Définition des trames, un module Définition des couches, au moins un module Cellules (ou fichier image adjoint) et un module Référence spatiale interne. Le module Définition des trames peut comprendre un ou plusieurs enregistrements (un enregistrement par objet rastré). Le module Définition des couches contient un enregistrement pour chaque couche rastrée. Le ou les modules Cellules contiennent les données de cellules pour les couches rastrées. En outre, au lieu d'utiliser des modules Cellules (ou en plus de ceux-ci), un ou plusieurs fichiers image adjoints, compatibles avec les normes BIFF, TIFF ou JFIF (JPEG), peuvent contenir les valeurs des cellules de données rastrées. Enfin, le module Référence spatiale interne décrit la résolution de la dimension spatiale.

3.4 IHO S-57 – Organisation hydrographique internationale – Norme de transfert des données hydrographiques numériques

L'Organisation hydrographique internationale étudie l'inclusion des données rastrées et matricielles dans la norme S-57. Il existe actuellement trois formats nationaux pour la distribution des cartes de navigation papier numérisées, qui ont été présentés au comité TSMAD (*Transfer Standard Maintenance and Development*) de l'OHI. L'Organisation hydrographique internationale les considère comme des formats de distribution, et élabore actuellement un format d'échange générique compatible avec ces formats et avec la structure de la norme S-57 existante. Parmi les

questions dont s'occupe l'OHI, mentionnons le traitement des cartouches, des plans et des notes marginales sur les cartes papier numérisées et rastrées.

L'OHI met également au point une méthode pour traiter les données matricielles. Un point particulièrement important est le traitement des données de sondage obtenues par sonar. Le volume énorme de ces données matricielles requiert l'utilisation de méthodes comme le codage dans l'hyperespace hélicoïdal avec des pixels de taille non uniforme.

La version actuelle de la norme S-57 de l'OHI (édition 3) inclut les données rastrées et matricielles (images et données rectangulaires), dans le cadre de son modèle de données. L'OHI prévoit étendre la norme à plusieurs types de données-image et rectangulaires (matricielles), d'une manière compatible avec les normes sur les données rastrées externes.

Deux types distincts de données-image sont reconnus dans le contexte de l'OHI. Le premier type comprend les données rastrées synthétiques, lesquelles correspondent aux produits cartographiques papier numérisés. Les cartes nautiques rastrées (RNC – *Raster Nautical Chart*) sont actuellement produites par plusieurs nations. On a également reconnu que la situation des cartes de type RNC est différente des données cartographiques vectorielles, et il n'y a aucune nécessité, ni désir, de perturber la distribution actuelle de ces cartes codées selon les formats nationaux.

La différence fondamentale entre un produit RNC et une carte nautique électronique de type vectoriel (cartes ENC) est la suivante : hormis certaines métadonnées mineures au sujet de la carte proprement dite, le contenu de la carte rastrée RNC est défini par le produit papier qui a été numérisé. Tandis que dans le cas des cartes ENC vectorielles, le contenu est défini par les spécifications du produit ENC.

Le groupe de travail TSMAD de l'OHI a décidé qu'il convenait d'élaborer des spécifications pour les produits RNC en tant que spécifications fonctionnelles minimales, lesquelles devraient être définies de telle sorte à ne pas avoir d'incidence sur la façon dont les Bureaux hydrographiques produisent actuellement leurs cartes papier.

Le deuxième type d'information matricielle et rastrée comprend les données-image naturelles ou d'autres données mesurées, comme les données de sondage par sonar latéral ou encore les images de champs de glace prises par satellite. Le groupe de travail TSMAD a recommandé que l'on prépare une extension générique de la norme S-57 pour les données rastrées, et que cette extension soit publiée en même temps que l'édition 4.0 de la norme. Cette extension pour les données rastrées doit pouvoir traiter les données sur les glaces et autres images à tons continus. On pourrait utiliser une norme existante ou en voie d'élaboration pour les données rastrées, si celle-ci constitue une extension compatible en amont avec la norme S-57 existante.

Selon les termes du groupe de travail TSMAD, « la norme S-57 contient actuellement un paramètre substituable pour l'extension du modèle de données S-57 pour traiter les données rastrées en tant qu'élément spatial dans son contenu objet. La norme pourrait être élargie afin d'incorporer les éléments rastrés en contexte et/ou inclure un lien pointant vers une norme externe pour les données rastrées. L'un ou l'autre scénario utiliserait les métadonnées S57. » Le groupe de travail reconnaît en outre « qu'il peut y avoir des effets secondaires associés à l'utilisation d'une norme préexistante pour les données rastrées », et que de tels effets secondaires devraient être réduits au minimum.

La prise en charge des données sonar numérisées est d'une grande importance. Ces données peuvent être représentées sous forme d'image, mais il s'agit essentiellement de données rectangulaires ou matricielles. Les données contiennent la position, la profondeur, l'heure et la date et d'autres paramètres du capteur, et elles sont intrinsèquement multidimensionnelles. L'OHI étudie actuellement la structure matricielle dans l'hyperespace hélicoïdal et les techniques de codage connexes; ce type de structure serait un candidat probable pour le traitement des données sonar. Cette technique utilise l'organisation des données à l'aide de pixels de taille non égale, décrite à l'Annexe A.

L'OHI a exprimé son souhait de coopérer avec le comité ISO/TC 211, par l'intermédiaire du groupe de travail WG 5, sur cette question et des sujets connexes.

3.5 CEOS – Comité sur les satellites d’observation de la Terre

Le comité sur les satellites d’observation de la Terre (CEOS) est une organisation qui cherche à assurer la coordination internationale en matière de planification des missions de satellites d’observation de la Terre, et à maximiser l’utilisation mondiale des données fournies par ces missions. Le CEOS définit et élabore des concepts d’interopérabilité.

L’industrie des satellites d’observation de la Terre a élaboré plusieurs normes différentes pour les données-image. Cette diversité s’explique par les caractéristiques différentes des images brutes fournies par les satellites (données-image non traitées fournies par les capteurs optiques, radar et autres), ainsi que les données d’observation de la Terre traitées. La majorité de ces normes, propres à un satellite ou un capteur spécifique, sont des variantes de la norme CEOS.

3.5.1 Superstructure du CEOS

La superstructure du CEOS est une famille internationale de formats utilisés par diverses agences spatiales. Le groupe de travail du CEOS sur les données (CEOS-WGD) a adopté le format Landsat, lequel a été mis au point par le groupe de travail *Landsat Technical Working Group (LTWG)*, afin de permettre l’échange des données recueillies par les satellites Landsat. Ce format constitue en fait une famille de formats qui sera recommandée pour l’échange des données d’observation de la Terre. Plus d’une douzaine de stations au sol, situées dans différentes parties du monde, ont reçu les données Landsat. Comme chaque station génère des produits Landsat différents à partir des mêmes données brutes de base, le groupe de travail *Landsat Ground Station Operators Working Group (LGSOWG)* a décidé d’établir une famille commune de formats pour la distribution des données Landsat. Depuis, le groupe de travail CEOS-WGD a approuvé et recommandé de nombreuses implémentations de la superstructure, et il a également élaboré un format CEOS spécifique pour les données obtenues par radar à synthèse d’ouverture (SAR), format qui constitue une implémentation particulière du concept de superstructure CEOS. Le groupe de travail CEOS-WGD entend continuer d’utiliser et de recommander la famille de formats de la superstructure CEOS, comme concept général de formatage applicable à tout ensemble de données. La superstructure CEOS est surtout utilisée pour l’échange de données.

3.5.2 Superstructure CEOS et protocole d’interopérabilité des catalogues (CIP – *Catalogue Interoperability Protocol*)

La superstructure CEOS est une famille de normes connexes pour les données satellite. Le protocole CIP décrit les services utilisables pour interagir avec un catalogue.

L’équipe CEOS Protocol Task Team (PTT) produit, ratifie et publie les spécifications CIP. Elle est composée de représentants des agences spatiales et de télédétection de plusieurs pays.

3.5.3 Aperçu de l’architecture CIP

Le protocole CIP (*Catalogue Interoperability Protocol*) normalise les services requis pour assurer l’interaction entre les utilisateurs et les catalogues. Le système ICS (*Interoperable Catalogue System – Système de catalogues interopérables*) se veut un concept de référence qui utilise le CIP comme protocole commun entre les fournisseurs et les utilisateurs de données.

Les principaux objectifs du protocole CIP sont d’assurer des services transparents et décentralisés pour les catalogues de données d’observation de la Terre (recherche, extraction, navigation, commande et autres services). En outre, le CIP cherche à assurer l’accès aux catalogues d’une manière indépendante de ceux-ci, à informer de manière dynamique les clients au sujet des services et fonctionnalités, et à permettre la création de collections de données organisées par thèmes, indépendamment de l’emplacement physique de ces données, ainsi que l’accès à ces collections.

3.5.4 Caractéristiques du protocole CIP

Le comité CEOS a établi les normes CIP et ICS suivantes :

- Normalisation des opérations de recherche
- Normalisation des opérations d'extraction
- Normalisation des attributs
- Normalisation de la configuration dynamique des clients
- Normalisation des modalités de commande
- Sécurité

D'après le système ICS formulé par le CEOS, telles qu'elles sont définies par le groupe PTT, on a retenu comme protocole de base pour le protocole CIP la norme Z39.50-1995, *Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification*. Un protocole CIP est un profil de la norme Z39.50. En d'autres mots, il utilise un sous-ensemble bien défini des fonctionnalités « génériques » décrites dans la norme Z39.50. Le protocole CIP présente des ensembles définis d'attributs et de balises, et il utilise les services « *Explain* » et « *Extended* », et plusieurs messages définis à l'externe pour le contrôle des recherches, la commande de données et l'authentification. Certaines caractéristiques du protocole CIP découlent d'autres profils de la norme Z39.50, notamment GILS, GEO et « *Digital Collections Profile* ».

Le protocole CIP est actuellement implémenté par plusieurs organismes membres du CEOS. On s'attend à ce que les composantes CIP implémentées soient disponibles sous forme de logiciel gratuit (graticiels).

3.6 EOSDIS/HDF

Dans le cadre du programme américain *U.S. Global Change Research Program*, la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) élabore et implémente actuellement le programme *Mission to Planet Earth (MTPE)*. Ce programme s'appuie sur le système EOS (système d'observation de la Terre), qui constitue à la fois la prochaine génération de matériel et d'instruments satellitaires de télédétection, une communauté de scientifiques dotés de fonds de recherche, ainsi que l'infrastructure permettant de consolider les données et l'information obtenues par les campagnes d'observation au sol et les satellites de télédétection. On prévoit que le programme EOS permettra d'observer la Terre de manière continue pendant les 15 prochaines années (Asrar et Greenstone, 1995). Pour pouvoir traiter, distribuer et archiver les données obtenues par les satellites EOS et faciliter la recherche interdisciplinaire sur le système Terre, la NASA met au point le système ECS (*EOS Data Information System [EOSDIS]*). Ce programme facilite également l'interaction et les communications entre les utilisateurs du système EOSDIS (Asrar et Dozier, 1994).

3.6.1 Modèles de données conceptuels

Comme le système EOSDIS traitera les données de diverses provenances (campagnes au sol, observations par aéronef et navire, télédétection par satellite) ainsi que les résultats des modèles scientifiques, les données sont donc dans des formats divers et variés. Par conséquent, des modèles de données conceptuels communs ont été élaborés, afin que les produits-données EOSDIS puissent être répartis en un nombre limité de groupes de format de données. Ainsi, il est possible d'élaborer les normes de codage et l'interface logicielle pour un nombre restreint de groupes de données. Dans le contexte EOSDIS, les données sont groupées selon trois modèles généraux : données rectangulaires, données de fauchée, données ponctuelles :

- Données rectangulaires : tableaux rectangulaires ou structures de données pour les données géocodées.
- Données de fauchée : données de télédétection, simples ou complexes, de type fauchée.

- Données ponctuelles : données simples ou indexées pour des observations ponctuelles géocodées et/ou horodatées, ou données-événement.

Chaque modèle conceptuel de données définit l'objet donnée (p. ex., fauchée, rectangulaire et ponctuelle), les composantes de l'objet, ainsi que la relation entre les diverses composantes. Dans les modèles de données de type fauchée et rectangulaires, il y a deux composantes requises : données et géocodage. La description du lien entre la composante géocodage et la composante données doit accompagner ces deux composantes. Dans le modèle de données ponctuelles, les données recueillies en un point de la Terre peuvent constituer un enregistrement dans une table, et l'information de géocodage pour cet enregistrement peut être constituée soit de champs dans l'enregistrement, ou y être adjointe par l'intermédiaire d'un pointeur.

Trois types de données de base sont requis pour décrire les modèles de données selon le système EOSDIS :

- Texte ASCII – texte ordinaire et formaté pour les étiquettes, les descriptifs ou les documents;
- Tables – tables standard pour les données de type enregistrement, et tables d'index pour, justement, les index et les compteurs de longueurs variables pour les tableaux à colonnes ou rangées de longueurs variables;
- Tableaux en n dimensions – tableaux d'enregistrement ou de scalaires pour des données multidimensionnelles hétérogènes ou homogènes.

Pour les modèles de données de type fauchée et rectangulaire, on doit utiliser les trois types de données de base. Pour le modèle de données ponctuelles, seuls les tableaux et le texte ASCII sont requis.

Les modèles de données EOSDIS sont sur le point de devenir des normes américaines FGDC (*US Federal Geographic Data Committee*) pour les données de télédétection. On prévoit que la norme sur les données de type fauchée deviendra une norme FGDC en 1999.

3.6.2 Format hiérarchique de données (HDF)

Pour mettre en œuvre les modèles conceptuels de données du système EOSDIS, il faut sélectionner un ou plusieurs formats de données physiques, comme format standard pour accueillir les modèles de données. À la suite d'une étude détaillée, la NASA a sélectionné le format hiérarchique de données (HDF) comme base pour l'élaboration du format standard pour le système EOSDIS. Parmi les principales raisons justifiant le choix du format HDF, mentionnons :

- 1) Prise en charge de plusieurs types de données – Tous les types de données dans EOSDIS sont pris en charge par le format HDF.
- 2) Portabilité – Les données en format HDF sont portables sur des plates-formes nombreuses et différentes.
- 3) Facilité d'utilisation et d'implémentation – Le format HDF est accompagné d'une bibliothèque logicielle et d'une bonne documentation.
- 4) Le logiciel HDF et les documents connexes sont gratuits et disponibles sur un site FTP anonyme.
- 5) Disponibilité des outils logiciels pour manipuler et visualiser les données en format HDF. La plupart de ces outils sont gratuits.

3.6.3 HDF-EOS – Implémentation en format HDF des modèles conceptuels EOSDIS

Les modèles de données EOSDIS sont implémentés en format HDF par mappage des modèles conceptuels EOSDIS en structures et modèles de données internes HDF. Le format HDF comporte six modèles de données internes. En se basant sur les modèles de données HDF standard, on a élaboré pour le système EOSDIS trois modèles de données internes additionnels – la fauchée, le point et le quadrillage – correspondant aux trois modèles conceptuels du système

EOSDIS. Ces modèles utilisent des combinaisons des modèles internes HDF standard, afin de fournir l'information sur les données et le géocodage dans un format aussi facilement accessible que les données HDF standard. Les trois nouveaux modèles de données sont connus collectivement par le sigle HDF-EOS.

Les modèles HDF-EOS contiennent des métadonnées, qui sont codées en format texte à l'aide du langage de description d'objets (*Object Description Language*), et sont enregistrées en tant qu'attributs globaux dans les fichiers HDF-EOS. La norme sur le contenu, pour les métadonnées de structure, qui établit la relation entre les composantes données, est définie dans les modèles conceptuels de données EOSDIS. La bibliothèque logicielle HDF-EOS génère, code et enregistre automatiquement les métadonnées de structure lorsqu'un objet-donnée HDF-EOS est créé. Pour les métadonnées de produits, qui décrivent le produit-donnée, on a élaboré un modèle et une norme de métadonnées propres au système EOSDIS (Heller, 1994).

3.7 Union internationale des télécommunications – Télécommunications UIT-T SG VIII - T.4 et T.6

L'Union internationale des télécommunications (UIT-T), qui relève de l'ONU, a élaboré les recommandations T.4 et T.6 pour le codage des images transmises par télécopieur. Ces formats utilisent un codage différentiel ligne par ligne qui est très efficace pour les images synthétiques comme le texte imprimé et le dessin ligne par ligne. La recommandation T.43 prescrit des algorithmes pour les données couleurs. Les algorithmes pour la transmission par télécopieur sont très efficaces pour le codage de types particuliers de données-image synthétiques qui comportent beaucoup d'« espaces blancs », ou de zones de couleur constante. Ces recommandations peuvent convenir pour les images rastrées de type REPMAT (séparations maîtresses d'impression) et pour les cartes papier numérisées.

Les formats T.4 et T.6 doivent être considérés comme des techniques de codage des données de base pour des classes particulières de données-image. Ces techniques utilisent le codage de longueurs de page en une et deux dimensions, à l'aide du mécanisme probabiliste de Huffman.

3.8 Open GIS Consortium (OGC) – Couvertures

Le consortium OGC élabore des caractéristiques d'interface et de classes d'objet qui ont fait l'objet d'un consensus au sein de l'industrie, et qui satisfont aux exigences que l'on rencontre fréquemment dans les systèmes SIG. Le modèle-objet comprend des « entités géospatiales » dont l'étendue spatiale est modélisée par géométrie vectorielle, ainsi que des « entités » dont l'étendue spatiale est modélisée par des fonctions de couverture. Une fonction de couverture attribue un ensemble de valeurs sur un domaine spatial. Un domaine spatial est une collection d'objets (habituellement des points ou d'autres géométries) qui peuvent être placés en correspondance avec des emplacements sur la Terre. Les images et les données rectangulaires sont des types de fonctions de couverture.

Le mécanisme d'élaboration technologique du consortium OGC repose sur l'établissement d'un consensus à l'égard de spécifications abstraites. À l'heure actuelle, celles-ci couvrent 14 volumes, organisés par sujet. Par exemple, le volume 5 traite des entités OGC (*OGC Feature*), le volume 6 des sous-types de couverture (*Coverage Subtype*) et le volume 7 des images de la Terre (*Earth Image*). À mesure que ces volumes évoluent et décrivent entièrement les relations et les comportements des objets dans leurs domaines respectifs, ils en viennent à former des énoncés d'« exigences » dans le cadre du processus RFP. Les propositions qui résultent de ce processus aboutissent à des spécifications de niveau implémentation, pour les interfaces qui permettent d'accéder aux comportements recherchés. On peut se procurer du consortium OGC une version récente et complète des spécifications abstraites.

Le consortium OGC élabore des technologies reposant sur le consensus, en faisant appel au mécanisme dit « Request For Proposal » (RFP). Au sein de ce consortium, plusieurs groupes de travail et groupes d'intérêt élaborent des exigences et administrent les mécanismes RFP. Deux de ces groupes présentent un intérêt pour ce qui est des objets et des interfaces qui prennent en charge les images, ainsi que les objets quadrillés et rastrés.

Le groupe de travail sur les couvertures (*Coverage WG*) est responsable du document RFP 5, « Access to Open GIS Coverages », publié en avril 1998. Dans ce document RFP, on cherche à établir un consensus sur les interfaces et les classes d'objets, afin de pouvoir prendre en charge les fonctions de recherche, d'accès, d'extraction, d'affichage et de manipulation simple des objets à « couverture » rectangulaire, comme les orthophotographies, les matrices

altimétriques, les cartes rastrées et autres objets similaires. Par ailleurs, le groupe de travail sur les SIG imageurs de la Terre (*Earth Imaging SIG*) a pour mandat de raffiner les spécifications abstraites Open GIS, afin de définir les interfaces normalisées futures pour les services d'utilisation des images.

La classe « couverture » du consortium OGC est un sous-type de la classe « Entité » (*Feature*) du même consortium, la première héritant des interfaces de la seconde. Un autre objet OGC est « Images de la Terre » (*Earth Image*), un sous-type de la classe « Couverture » (*Coverage*). Dans le volume traitant du sous-type couverture (*Coverage Subtype*), on identifie plusieurs types d'images de la Terre, et on indique ce qui les distingue les unes des autres.

Les spécifications abstraites comportent la taxonomie des images d'après leur niveau de traitement.

Le comité OGC possède une liaison de classe A avec le comité ISO/TC 211, et une liaison de classe C avec le comité ISO/IEC JTC 1/SC 32/WG 4 (SQL/MM Spatial Extensions). Enfin, le comité OGC s'est engagé à élaborer et mettre en œuvre les profils des normes ISO qui favorisent l'établissement et le soutien d'un marché vigoureux et dynamique pour l'information géospatiale et le géotraitement des données.

3.9 Formats privés

Plusieurs formats privés, mis au point à l'instigation de l'industrie, sont largement utilisés pour le codage des images. Certains de ces formats font appel à des technologies brevetées, comme le format GIF. D'autres, comme le format TIFF, sont utilisables gratuitement, mais font l'objet de peu de contrôle et leur implémentation manque d'uniformité. Plusieurs de ces formats sont brièvement décrits ci-dessous.

3.9.1 Codage par transformée fractale

Le codage par transformée fractale (*Fractal Transform Coding*) est une technique brevetée de codage d'images, utilisée par Microsoft dans ses produits multimédia. L'algorithme est basé sur la reconstruction d'attracteurs, selon la théorie du chaos, et permet d'atteindre des taux de compression avec perte de l'ordre de 10 000 / 1 à 1 000 000 / 1.

3.9.2 Format GIF (format d'échange graphique)

Le format GIF (format d'échange graphique) est un format propriétaire mis au point par CompuServe, qui utilise l'algorithme de compression breveté LZW. Une fois que ce format a commencé à être largement utilisé, sa diffusion a été limitée, car la société Unisys a commencé à faire valoir son brevet.

3.9.3 Photo Compact Disk

Le format *Photo Compact Disk* est un format propriétaire qui a été mis au point par la société Eastman Kodak Ltd. pour enregistrer sur CD-ROM des images photographiques haute qualité à tons continus.

3.9.4 Portable Network Graphics (PNG)

Le format *Portable Network Graphics (PNG)* est un format public, mis au point par le World Wide Web Consortium (W3C) afin de contrer l'application des brevets pour le format GIF. On prévoit que ce format remplacera les formats GIF et TIFF. Il prend en charge les images à mappage couleur et les images à couleur vraie (en rouge, vert et bleu). De plus, ce format prend en charge l'information sur l'indice gamma et la chromaticité afin d'assurer le rendu approprié des couleurs. Cette caractéristique peut s'avérer importante pour le rendu des couleurs et des symboles selon la norme IHO S-52. En outre, ce format autorise une compression de données sans perte, comparable au format GIF.

3.9.5 Format TIFF (*Tag Image File Format – Format d'étiquette de fichier vidéo*)

Le format TIFF est un format propriétaire mis au point par Aldus Corporation. Il définit les balises (étiquettes) pour identifier plusieurs types différents de codage et permet l'emploi de balises « privées » pour l'extension du format. Les

balises standard permettent l'utilisation des algorithmes de compression LZW, Fax T.4 et T.6 et JPEG pour divers types d'images : monochrome, niveaux de gris, palette de couleurs, couleurs véritables (RGB). L'utilisation des balises privées et le nombre de types de codages facultatifs ont mené à des implémentations partielles et incompatibles de ce format.

Le format TIFF est couramment utilisé en éditique pour l'échange d'illustrations libres de droits (*clip art*), de logos et de documents numérisés. On utilise de plus en plus le format TIFF pour le stockage, l'échange et l'affichage des données rastrées géographiques. Le format de base TIFF 6.0 offre de nombreuses balises TIFF facultatives, utilisables pour l'annotation des images dans les fichiers. Le sous-paragraphe 3.1.2 ci-dessus traite du format TIFF/IT international normalisé.

3.9.6 GeoTIFF

La norme d'échange de données GeoTIFF pour les images graphiques rastrées est une extension (ou prolongement) du format TIFF, conçue pour permettre le géocodage de données rastrées s'appuyant sur des paramètres géodésiques adéquats. L'utilisation de balises privées dans le format TIFF a permis d'élargir celui-ci et de concevoir le format GeoTIFF, dans lequel on emploie des balises privées pour prendre en charge certaines géométadonnées et informations de géocodage. Le format GeoTIFF est assez courant, car quiconque dispose de logiciels pouvant afficher les images TIFF peut à tout le moins afficher les pixels d'un fichier GeoTIFF, sans toutefois obtenir les métadonnées, les données de superposition, etc. Le contenu géographique présent dans la structure de balises GeoTIFF comprend la projection cartographique, le système de référence géodésique, la dimension des pixels au sol et d'autres variables géographiques. Le format GeoTIFF a été conçu pour associer une image rastrée à une projection cartographique ou un spatiale modèle connu, et pour décrire ces projections et modèles.

Le format GeoTIFF est le fruit de la collaboration entre de nombreux utilisateurs et fournisseurs de données-image. Les travaux sur ce format ont été entrepris au début des années 1990 par Intergraph et le laboratoire JPL (Jet Propulsion Laboratory), et bonifiés en 1994 par SPOT Image Corp. La maintenance de ce format est actuellement assurée par l'intermédiaire d'une liste de diffusion électronique à laquelle adhèrent plus de 140 abonnés.

GeoTIFF n'est pas conçu pour remplacer les normes existantes sur les métadonnées ou l'échange de données géographiques, comme les normes FGDC, USGS et ISO. Le but recherché est plutôt de l'utiliser pour bonifier un format existant et populaire de données rastrées, afin qu'il puisse traiter l'information de codage et de géocodage qui soit compatible, en principe du moins, avec ces normes, avec l'infrastructure NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*) et avec les autres normes internationales en devenir.

La structure de données GeoTIFF est conçue pour répondre aux exigences des normes publiques, ouvertes et indépendantes des environnements informatiques, afin de permettre le transfert et l'entreposage des images rastrées géographiques. Bien que l'implémentation de base soit axée vers les ortho-images, ces spécifications peuvent être élargies pour englober des projets beaucoup plus complexes ou des images déformées si les clients et les utilisateurs en ont besoin.

Le format implémente une hiérarchie cartographique et géodésique qui permet d'en faciliter l'utilisation et l'extensibilité. Il offre aux utilisateurs la possibilité de définir des espaces de projection privés et personnalisés, outre les systèmes de coordonnées déjà intégrés dans ce format.

Bref, le format GeoTIFF est simple et il ne fait qu'ajouter plusieurs balises de géocodage au format populaire et commercial qu'est le TIFF. Le choix du format TIFF/IT comme norme ISO pour les applications d'impression a renforcé la position du format GeoTIFF. Et si le format TIFF devient une norme générale JTC 1 pour les technologies de l'information, cette position ne s'en trouvera que plus renforcée.

3.10 Correspondance entre les normes existantes sur l'imagerie et les données rectangulaires et les normes sur l'information géographique

Dans cette section, chacune des normes existantes sur l'imagerie et les données rectangulaires est décrite en termes des sujets d'étude du comité ISO/TC 211; en outre, on identifie les éléments de ces normes externes qui pourraient être étudiés par les équipes de projet du comité ISO/TC 211. Un tableau de référence, indiquant un certain nombre de caractéristiques applicables à chacune de ces normes a été élaboré, d'après les avis exprimés par des experts sur les diverses normes existantes. Ce tableau est uniquement présenté à titre récapitulatif et informatif, et il ne se veut nullement une description exhaustive de la question.

Tableau 3 – Récapitulatif des caractéristiques des normes

Nom	Liaison	Contenu géographique	Méta-données	Codage NOTE 3	Compression NOTE 3	Services	Modèle de données (relation objet/entité)	Format d'échange	Impact sur ISO/TC 211
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DIGEST	O	O	O	E	R	N	N (données non rastrées)	O	O
IHO	O	O	O	S	S	N	O	O	O
IP-IIF	O	N	Certaines	S	R	N	N	O	O
BIIF	O	O NOTE 6	O	S	R NOTE 7	N	N	O	O
NITF	O	O	O	S	R NOTE 7	N	N	O	O
SQL/MM Image	O	O	N	N	N	O	O	N	O
OGC	O	O	O	E	NOTE 8	O	O	NOTE 9	O
SC29 JBIG	N	N	O	S	S	N	N	O	O
SC29 JPEG	N	N	O	S	S	N	N	O	O
SC29 MPEG-2	N	N	O	S	S	N	N	O	O
T4&T6	N	N	N	S	S	N	N	Partie	N
TC130 TIFF	N	N	N	S	R	N	N	Partie	N
GeoTIFF	N	O	O	S	R	N	N		O
SDTS raster	N	O	O	R	R	N	O	O	O
CEOS CIP	O NOTE 10	O	O	R NOTE 11	N	O	O NOTE 11	O NOTE 11	O
CEOS Super Structure	O NOTE 10	O	O	S	N	Certains	O	O	O
HDF	N	N NOTE 12	O	S	O	O	O	O	O
HDF-EOS	N	O	O	S	O	O	O	O	O

NOTE 1 « Impact » indique si le comité ISO/TC 211 devrait utiliser la norme en question comme source d'exigences pour ses travaux. La norme peut faire l'objet d'un renvoi dans les travaux du comité ISO/TC 211, ou des efforts peuvent être déployés afin d'harmoniser la norme avec les travaux du comité ISO/TC 211.

NOTE 2 Il n'y a eu aucune tentative d'évaluer le niveau d'autorité des diverses normes indiquées dans ce tableau. Ces normes sont fort diverses, certaines étant propriétaires, d'autres gérées par un seul organisme gouvernemental, et d'autres des normes ISO/IEC.

NOTE 3 Pour certaines des méthodes de codage et de compression indiquées dans les colonnes 5 et 6, on mentionne si la norme précise une méthode de codage ou de compression. D'autres normes font seulement référence à des normes externes pour ce qui est des méthodes utilisées. Les normes sont désignées selon les codes suivants : R – fait référence à des spécifications; S – contient des spécifications; N – aucune; E – contient des instructions sur la façon d'appliquer les spécifications externes.

NOTE 4 La colonne 7 indique que la norme à laquelle il est fait référence décrit des services. La norme DIGEST ne prescrit pas directement de services, mais le comité DGIWG responsable de cette norme a élaboré une série de services qui permettent de prendre en charge la norme DIGEST.

NOTE 5 La colonne 8 indique que la norme est prise en charge par un schéma conceptuel, écrit à l'aide d'un langage de schéma conceptuel.

NOTE 6 Le format BIFF utilise le contenu géographique décrit à l'Annexe D de la norme DIGEST.

NOTE 7 Cette norme autorise de nombreux formats, notamment JPEG et VQ.

NOTE 8 Le comité OGC n'a pas encore précisé de service de compression particulier, mais on s'attend à ce que de telles spécifications soient énoncées à mesure que les travaux du groupe Image Exploitation Working Group de l'OGC progressent.

NOTE 9 Pour ce qui est des formats d'échange, le comité OGC a mis l'accent sur les structures qui permettent l'échange dynamique de l'information sur les entités entre un client et un serveur (pouvant être à distance ou de type hétérogène), dans le cadre d'une session interactive.

NOTE 10 Le comité CEOS WGISS élabore actuellement une liaison de classes.

NOTE 11 Métadonnées seulement.

NOTE 12 Le format permet aux utilisateurs d'inclure du contenu géographique.

4 Composantes de l'imagerie et des données rectangulaires

À la différence des données vectorielles, le format d'échange des données rastrées est très simple. Il comporte quatre parties de base :

- cellules d'image ou éléments d'image (pixels);
- métadonnées au sujet des ensembles de données rastrées (y compris l'information sur la source et la qualité);
- information sur la superposition spatiale;
- méthode d'encapsulation et de codage.

Il est possible de normaliser certains paramètres de base ou un nombre restreint de paramètres, pour chacun de ces éléments, sauf peut-être pour ce qui est de l'encapsulation et du codage. Il existe actuellement une forte similarité entre les divers formats existants, pour la plupart de ces éléments. Dans chacun des paragraphes suivants, nous présentons les composantes qui devraient être prises en charge par la série de normes ISO 19100 sur l'information géographique.

4.1 Éléments d'image et cellules

La fonction de couverture fait correspondre à un domaine spatial un domaine d'attributs. Il y a différents types de distributions et de fonctions de couverture. La plus simple est une structure régulière dans une région rectangulaire. D'autres fonctions consistent en ensembles de points irrégulièrement espacés, en ensembles de lignes, en réseau irrégulier triangulés (TIN), etc. La fonction de distribution de couverture est une tessellation de l'espace.

Une trame est la distribution d'un attribut sur une géométrie donnée, dans le domaine spatial, et c'est la fonction de couverture la plus simple. Cette géométrie peut consister en une région rectangulaire simple, ou il peut s'agir d'une forme plus complexe, comme un polygone irrégulier.

À chaque position d'une fonction de couverture rastrée est assignée une valeur d'attribut. Celle-ci peut être le point correspondant à la position dans la géométrie (p. ex., dans un modèle altimétrique numérique), ou il peut s'agir de la valeur représentant la surface entourant le point (p. ex., des données de recensement). Ces deux types de données ont à la fois des caractères communs et des caractères différents.

Les valeurs d'attributs distribuées dans l'espace peuvent contenir l'information recueillie par un capteur de type imageur ou autre, et, à ce titre, forment une image. Les valeurs d'attributs peuvent également contenir d'autres informations calculées ou mesurées, comme les données altimétriques, les paramètres harmoniques des marées, etc. Lorsque les éléments d'une fonction de couverture correspondent aux éléments d'une image, on les appelle pixels. En règle générale, tous les éléments d'une tessellation sont appelés cellules.

Parmi les paramètres de base d'une trame, mentionnons le nombre et la taille des cellules. Le nombre de cellules (ou de pixels) dépend de la résolution de la tessellation. Pour une image donnée, le nombre de pixels dépend de la superficie couverte et de la résolution du numériseur ou du capteur.

Un autre paramètre de base est le domaine de l'attribut distribué par la fonction de couverture. Pour une image, il s'agit de la « profondeur » des valeurs des pixels, déterminée par l'ensemble des valeurs que chaque pixel peut prendre. Les paramètres dimensionnels (taille et forme de la zone fonctionnelle de couverture) et les types de profondeur existent aussi pour les images synthétiques, tout comme les images numérisées. La différence toutefois est que les images synthétiques ont en général une « profondeur » moindre.

Les pixels peuvent représenter des couleurs des images (ou des niveaux de gris) de deux façons fondamentalement différentes. Il y a d'abord la méthode des « couleurs directes » que chaque pixel peut prendre, c'est-à-dire les valeurs de rouge, de vert et de bleu, et il y a la méthode des « couleurs indirectes », dans laquelle on utilise une palette de couleurs. Dans le cas des couleurs directes, on utilise souvent 8 bits pour le rouge, 8 bits pour le vert et 8 bits pour le bleu, ce qui permet d'obtenir plus de 16 millions de combinaisons possibles de couleurs et de niveaux de gris. Les pixels adjacents peuvent prendre des couleurs d'une nuance dont la différence est à peine perceptible, et l'on peut ainsi passer d'une couleur pleine à une autre par dégradés progressifs. À l'inverse, les palettes de couleurs sont habituellement limitées à un nombre restreint de couleurs, par exemple 64. Il est difficile d'obtenir des dégradés progressifs d'une couleur à l'autre, car on ne tarde pas à manquer de couleurs intermédiaires.

La fonction de distribution de couverture définit l'organisation ou l'arrangement spatial des cellules de tessellation, laquelle consiste, à toutes fins pratiques, en un système de coordonnées discrètes qui peut être mappé sur un système sous-jacent de coordonnées continues. Un mécanisme de traversée mappe les valeurs des données dans les cellules. L'organisation la plus courante consiste à structurer des cellules de taille égale en rangées et colonnes; il existe cependant de nombreux autres modes d'organisation possibles. Une courbe dite de remplissage de l'espace traverse une structure de cellules. Il existe même des courbes qui traversent les cellules (ou pixels) de taille non uniforme. Voir l'Annexe A.

4.2 Métadonnées

Le mot métadonnées désigne l'information qui décrit les données. Ce sont donc des données sur les données. Les métadonnées sont aussi importantes que les images ou les données rectangulaires elles-mêmes, car il est presque impossible d'interpréter de telles données ou de telles images sans savoir de quoi il s'agit et sans connaître la signification de leurs attributs.

La norme ISO 19115, *Information géographique – Métadonnées*, contient déjà de nombreuses métadonnées qui portent sur les ensembles d'images et de données rectangulaires. En outre, chacune des normes externes dont il est fait mention dans cette norme traite des métadonnées à des degrés divers.

Certains aspects des métadonnées sont propres aux données rectangulaires et aux images. En télédétection, les données-image sont souvent obtenues par des instruments qui font des mesures physiques (à l'opposé des systèmes photographiques), et qui possèdent des caractéristiques propres de nature spectrale, radiométrique, géométrique et, dans certains cas, polarimétrique. L'information qui décrit l'exactitude et l'incertitude de ces produits-image est essentielle. Les caractéristiques les plus fondamentales des images, pour lesquelles la normalisation des produits de télédétection s'impose, sont l'incertitude de l'étalonnage radiométrique et l'exactitude de la référence géographique. En d'autres mots, les métadonnées indiquent le degré d'incertitude dans l'intensité attribuée à un pixel donné, ainsi que la précision de l'emplacement tridimensionnel de ce pixel à la surface de la Terre.

Tout dépendant du système imageur et de l'application-produit en cause, d'autres paramètres importants peuvent être requis dans les métadonnées, notamment la résolution spatiale, l'échantillonnage spatial, la fonction de transfert de modulation, le contraste, la sensibilité, le rapport signal/bruit, la réponse spectrale, la résolution spectrale, l'échantillonnage spectral et des critères généraux de performance pour ce qui est de la qualité de l'image. En outre, les métadonnées peuvent contenir au besoin de l'information sur le traitement connexe : la fidélité de la diffusion des données, la pertinence des logiciels et algorithmes de traitement utilisés, des renseignements sur les dispositifs de sortie (p. ex., artefacts et mires d'essai) et les environnement d'exploitation (p. ex., interférences électroniques et conditions hygrométriques).

L'Annexe B du présent rapport contient une table des métadonnées extraite de la norme ISO CD 19115. Cette liste est présentée uniquement à titre indicatif et aux fins d'évaluation, et ne constitue pas une liste exhaustive. Il importe d'inclure dans la liste de métadonnées de la norme ISO/TC 211 les éléments de métadonnées pour les données rectangulaires et rastrées. Certaines métadonnées sont spécifiques à des capteurs particuliers. Les données décrivant un modèle de capteur peuvent être incluses comme métadonnées, grâce au mécanisme d'extension défini dans la norme ISO 19115.

4.3 Superposition spatiale

Un des plus importants aspects d'un jeu de données d'imagerie ou de données rectangulaires est l'information qui décrit précisément l'emplacement réel de l'image. De nombreux facteurs sont en cause, allant des déformations optiques (lentilles) ou autres dans les capteurs, à la géométrie de positionnement du numériseur, aux paramètres géodésiques utilisés pour décrire la Terre. Tous ces renseignements peuvent être représentés sous forme de métadonnées, mais on doit les considérer séparément, en raison de leur importance pour les ensembles de données rectangulaires et l'imagerie. La superposition est également un élément important pour les fichiers d'images REPMAT et les images papier numérisées, car les numériseurs présentent souvent des erreurs inhérentes, comme l'effet d'obliquité.

Une classe particulière de capteurs est décrite par un modèle très spécifique, et il arrive souvent que ces modèles sont à exemplaire unique; parfois, ils sont confidentiels. De plus, l'information sur la superposition des pixels doit comprendre des renseignements sur les déformations inhérentes au modèle de capteur.

On doit également recourir à un modèle de la géométrie du capteur afin de décrire comment celui-ci (qu'il s'agisse d'un appareil-photo, d'un scanneur, etc.) « voit » le monde. Il est très rare en effet qu'un capteur saisisse une image directement et perpendiculairement au-dessus de sa cible. On doit souvent compenser les angles obliques et d'autres facteurs géométriques. Il y a plusieurs façons d'y parvenir. L'élément 7 du Rapport 98-107 du comité OGC traite justement des images de la Terre (*The Earth Imagery Case*).

Enfin, il faut aussi inclure les paramètres de géocodage, afin d'« indiquer où se trouve la Terre ». La norme ISO/IEC DIS 12087-5 BIFF utilise les composantes de géocodage définies dans la norme DIGEST STANAG 7074. Des listes prédéfinies similaires de paramètres géodésiques (par exemple, quadrillages, ellipsoïdes, systèmes de référence géodésique et projections) sont requises dans le cadre des normes de la série ISO 19100 sur l'information géographique, ou en tant que profils inscrits.

4.4 Encapsulation et codage

Les travaux récents sur la norme 19118, *Information géographique – Codage*, visent à élaborer un format d'échange neutre, basé sur l'instanciation de modèles utilisant le langage XML (*eXtensible Markup Language* – c'est un langage qui est en quelque sorte l'extension du HTML). On obtiendra ainsi une base universelle pour l'échange de toute l'information géographique. Cette technique peut s'appliquer aux données rectangulaires et aux images. Toutefois, on devra également tenir compte de nombreux autres schèmes de codage. Une des principales caractéristiques de l'imagerie et des données rectangulaires est le fait qu'elles contiennent de très nombreux « éléments d'image » ou « éléments de quadrillage » similaires. On doit atteindre une certaine efficacité dans le traitement de ces éléments, afin de ne pas se retrouver avec des ensembles de données trop volumineux. Il existe plusieurs normes ISO, élaborées dans le cadre des travaux du comité JTC 1, pour le codage des images et qui sont utilisables avec différentes classes d'images (voir le sous-paragraphe 3.1.1).

L'utilisation de différentes méthodes de codage normalisées par l'ISO est motivée par le souci d'en arriver à un échange efficace dans des situations différentes. Par exemple, une norme d'encapsulation conçue pour assurer des communications efficaces est fort différente d'une autre conçue pour l'archivage des données, ou encore des normes conçues pour les données directement lisibles par une interface humaine. Le principe de base qu'il convient d'observer, en matière d'encapsulation et de codage, est la séparation du « contenant » et du « contenu ». Le contenu est l'information ou les données proprement dites, et le contenant est la méthode qui permet de les délimiter ou de les coder. Il peut également s'avérer nécessaire de recourir à différentes techniques d'encapsulation et de codage pour le transport de mêmes données, en autant que la méthode d'encapsulation et de codage soit suffisamment robuste pour prendre en charge les données. Le format influe sur le message, mais ne constitue pas le message.

Dans le cadre des travaux préparatoires du stade 0, on devrait étudier l'utilisation possible du langage XML comme moyen neutre de coder l'information relative aux données rectangulaires et aux images. Il y aurait lieu également de déterminer comment on pourrait utiliser d'autres techniques de codage pour traiter les éléments d'image ou de quadrillage attribués, grâce aux normes de codage des images JTC 1, dans un environnement XML.

Le comité ISO/TC 211 devrait également étudier la possibilité de prendre en charge plusieurs méthodes équivalentes de codage de l'imagerie et des données rectangulaires, utilisables dans des situations différentes, ces méthodes étant alignées sur les travaux des autres comités de normalisation de l'imagerie et des données rectangulaires. Dans la section suivante, nous indiquons les principales normes de codage et leurs sous-composantes possibles.

5 Interaction avec les autres normes

Certaines des normes externes, notamment celles qui sont issues des travaux du comité ISO/IEC JTC 1/SC 29 sur le codage des images, vont largement dans le sens des travaux du comité ISO/TC 211. En d'autres mots, ces normes sont élaborées pour un plus large bassin d'utilisateurs, tout en répondant aux exigences de la géographie en matière d'imagerie et de données rectangulaires. Ces normes devraient être incorporées à titre de références normatives dans les travaux du comité ISO/TC 211. D'autres normes externes comme celles du DGIWG et de l'OHI, influenceront sur les travaux du comité ISO/TC 211, de sorte que les produits-données existants, comme les produits-données rastrés en format DIGEST, pourront être décrits en termes des éléments de la série ISO 19100. On devrait considérer ces normes comme des « sources d'exigences » pour les travaux du comité ISO/TC 211. D'autres travaux réalisés par des organismes externes de normalisation chevauchent partiellement ou grandement les travaux du comité ISO/TC 211. C'est notamment le cas des travaux du comité ISO/IEC JTC 1/SC 24 – *Infographie et traitement de l'image*.

Les travaux du comité ISO/TC 211 sur les images regrouperont également ceux des autres groupes de l'ISO qui s'intéressent à l'échange des images en général. Ce groupe a déjà harmonisé sa norme avec la norme DIGEST, et des travaux d'harmonisation similaires sont requis avec ISO/TC 211. Le groupe ISO/IEC JTC 1/SC 32 (SQL/MM) a presque terminé l'élaboration d'une norme sur l'extraction des images dans les bases de données. Ces travaux revêtent une grande importance pour le comité ISO/TC 211, et devront eux aussi être harmonisés. Par ailleurs, les travaux du comité OGC sur son modèle de couverture est également important pour une partie des travaux du comité ISO/TC 211. L'élaboration de schémas pour les données rastrées, au sein du groupe de travail WG 2, devrait utiliser les spécifications OGC et d'autres sources externes d'information. Cela devrait être fait de concert avec l'OGC. Par

ailleurs, l'industrie des satellites a une influence importante. Les normes élaborées par des organisations comme le CEOS sont largement utilisées au sein de cette industrie. Il faudra discuter des enjeux communs.

5.1 Sous-composantes

La série ISO 19100 de normes sur l'information géographique définira les composantes pouvant être assemblées sous la forme de profils, afin de créer des formats d'échange spécifiques. Toutes les normes indiquées ci-dessous sont des méthodes de codage de l'imagerie et des données rectangulaires, ou contiennent de telles méthodes. Elles devraient donc être incluses comme références dans la norme ISO 19118, *Information géographique – Codage*, afin qu'elles puissent être utilisées comme composantes des profils.

- La norme ISO/IEC 12087-5 BIFF contient une méthode de codage pour l'échange des images.
- Les normes ISO/IEC 10918-4 JPEG, ISO/IEC 11544 JBIG et potentiellement ISO/IEC 13522 MPEG et ISO/IEC 13522 MHEG sont essentiellement des normes de codage des images, auxquelles on peut faire référence en tant que sous-composantes.
- La norme ISO 12639 TIFF/IT est une norme de codage des données-image. Elle traite des données numériques de préimpression et, à ce titre, elle présente un intérêt indirect pour l'impression des cartes. Elle implémente également, sous forme de norme ISO, les spécifications de la norme TIFF commerciale, et elle est donc d'une grande importance.
- La norme STANAG 7074 DIGEST prescrit, entre autres, plusieurs méthodes de codage pour l'échange des images. Les spécifications de produit, selon DIGEST, permettent de sélectionner l'une ou l'autre des méthodes de codage.
- L'extension EOSDIS du format hiérarchique de données (HDF-EOS) contient un modèle de codage pour les données-image.
- Les formats UIT-T T.4 et T.6 sont des formats de codage au niveau binaire, pour les données-image synthétiques, formats qui ont été définis pour être utilisés avec les télécopieurs. Ils sont particulièrement utiles pour les images cartographiques ligne par ligne.
- Plusieurs formats privés de codage (Fractal Coding, GIF, Photo Compact Disk, PNG et TIFF) peuvent être utilisés comme sous-composantes des normes de codage.
- Le format GeoTIFF est une extension du format TIFF, qui est utilisable pour coder les données-image, mais il comprend également d'autres informations.

5.2 Profils

Plusieurs normes externes pour l'imagerie et les données rectangulaires sont plus spécifiques ou davantage orientées vers certains produits que la norme ISO/TC 211, et elles peuvent être représentées en tant que profils des composantes dans la série de normes ISO 19100. Les éléments de la famille de normes ISO/TC 211 doivent être spécifiés de manière à n'entraver aucunement le développement futur de ces normes en tant que profils. Il s'agit des normes suivantes :

- La norme STANAG 4545 NSIF est actuellement élaborée en tant que profil de la norme ISO 12087-5 BIFF. On peut également en faire un profil des normes de la série ISO 19100 sur l'information géographique.
- La norme DIGEST est axée sur les produits, et elle contient de l'information au sujet de l'imagerie et des données rectangulaires, y compris l'information de géocodage. Le groupe de travail DGIWG a indiqué qu'il entendait élaborer la prochaine version de la norme DIGEST en se basant sur les composantes de la série ISO 19100.

- La norme IHO-S57 est également axée sur les produits, et on peut la développer comme profil des composantes de la série ISO 19100. La section de la norme IHO-S57 sur les données matricielles et rastrées est actuellement en cours d'élaboration. Ces travaux devraient se faire en collaboration avec le comité ISO/TC 211, afin d'assurer l'harmonisation des normes.
- L'ensemble de normes du CEOS définit l'information détaillée sur le contenu des images et des données recueillies par capteur (métadonnées) qui doit être prise en charge dans les composantes de la série ISO 19100.
- Le format EOSDIS définit l'information détaillée sur le contenu des images et des données recueillies par capteur (métadonnées) qui doit être prise en charge dans les composantes de la série ISO 19100.
- Le profil rastré SDTS et la norme SDTS générale sont largement comparables à la série ISO 19100 de normes sur l'information géographique. À ce titre, il importe grandement de revoir et d'harmoniser ces normes. La série ISO 19100 de normes sur l'information géographique peut être considérée comme un ensemble de normes plus générales que les normes SDTS. Enfin, le profil de données rastrées SDTS peut être formulé en tant que profil de la norme ISO/TC 211.

5.3 Harmonisation avec les normes chevauchant la série ISO 19100

Plusieurs des normes existantes et externes sont, en tout ou en partie, de même niveau que la série ISO 19100 de normes sur l'information géographique. Elles influent donc de manière appréciable sur le progrès de ces normes. Dans certains cas, une partie seulement d'une norme externe peut être au même niveau qu'une norme composante de la série ISO 19100, et donc seules certaines des composantes de la série ISO 19100 peuvent être influencées par une telle norme.

- La norme ISO 12087-5 BIFF contient des structures pour les données-image pouvant avoir une influence sur le progrès de la norme ISO/TC 211. Le format STANAG 4545 NSIF contient de l'information de contenu détaillée qui doit être prise en compte dans la norme ISO/TC 211. En d'autres mots, celle-ci doit être capable d'assurer la transmission de cette information par l'intermédiaire des composantes de la série ISO 19100.
- ISO 13249 SQL/MM - Partie 5 *Images fixes* : cette norme définit un mécanisme pour le stockage et la récupération des données-image dans les bases de données. Le contenu de ces données peut être défini en termes des composantes de la série ISO 19100; la forme peut être définie quant à elle en termes des types de données et des fonctions SQL/MM. Une application particulière pourrait être représentée en tant que profil des composantes de la série ISO 19100 et utiliser les types de données et fonctions SQL/MM.
- Les parties « Coverages » et « Image Exploitation Services » des spécifications abstraites (*OGC Abstract Specification*) sont étroitement associées aux travaux proposés pour la norme ISO/TC 211. Bien que l'objectif final du comité OGC soit de publier des spécifications d'implémentation, il entend les baser sur des modèles abstraits qui sont étroitement harmonisés avec les normes ISO/TC 211.

6 Plan pour inclure l'imagerie et les données rectangulaires dans les sujets d'étude du comité ISO/TC 211

Le plan élaboré dans le présent rapport indique le travail additionnel requis en matière de données rectangulaires et d'images. Plutôt que de retarder le progrès des autres sujets d'étude du comité ISO/TC 211, nous proposons de produire un nouvel élément de travail au stade préparatoire 0, qui préparera les détails des divers aspects de l'imagerie et des données rectangulaires. Ces éléments pourront être ajoutés à la série existante ISO 19100 de normes sur l'information géographique, par le mécanisme des modifications techniques. Dans certains cas, on pourrait tout aussi bien élaborer de toutes nouvelles normes.

Un sondage réalisé auprès des chefs de projet responsables des sujets d'étude du comité ISO/TC 211 a permis de constater que toutes ces sujets ont, dans une certaine mesure, un lien avec l'imagerie et les données rectangulaires.

Toutefois, certains ont estimé que ce lien est mineur. D'autres sujets d'étude pourraient nécessiter l'élaboration d'une toute nouvelle section dans les normes correspondantes. Dans certains cas, l'élaboration de nouvelles normes pourrait s'avérer nécessaire.

Nous proposons d'ajouter des références à l'imagerie et aux données rectangulaires dans la norme ISO 19101, *Information géographique – Modèle de référence* et 19102, *Information géographique – Aperçu*, dans le cadre du mandat et du calendrier de travail actuels pour ces normes sur l'information géographique. Certains termes additionnels seront ajoutés à la norme 19104, *Information géographique – Terminologie*, dans le cadre du mandat et du calendrier de travail actuels pour ce sujet. Toutefois, des termes additionnels seront ajoutés, probablement par l'intermédiaire d'une modification technique, lorsque les travaux sur l'imagerie et les données rectangulaires seront presqu'achevés.

Dans tous les cas, une demande de mise à l'étude d'un nouveau sujet (NWI) est requise, qu'il s'agisse de l'élaboration d'un modificatif technique à une norme existante, de l'élaboration d'un amendement technique ou de l'élaboration d'une nouvelle norme. Cette demande NWI devrait inclure, dans la description des travaux préparatoires, un extrait des paragraphes appropriés tirés du document du stade préparatoire 0 pour l'imagerie et les données rectangulaires.

En ce qui concerne les schémas spatiaux requis pour l'imagerie et les données rectangulaires, il sera nécessaire de formuler une demande NWI, afin d'élaborer une nouvelle norme dans le domaine de l'information géographique. Le comité OGC a déjà publié un document RFP (*Request For Proposals*) portant sur l'élaboration de spécifications pour l'industrie, basées sur le contenu actuel des spécifications abstraites de l'OGC pour les « couvertures » rastrées et rectangulaires. Ce travail est hautement prioritaire, pour ce qui est de la prise en charge de l'imagerie et des données rectangulaires. Un nouvel élément de travail est requis pour la géométrie spatio-temporelle. Il permettra de définir les concepts qui seront utiles pour décrire la structure de l'imagerie et des données rectangulaires.

6.1 Impact sur les sujets d'étude existants

La liste suivante indique quelles normes existantes sur l'information géographique sont touchées par la question de l'imagerie et des données rectangulaires, et on y indique le travail additionnel requis pour tenir compte de ce type de données.

19101 :	Modèle de référence	Ajouter au programme de travail, dans le mandat et le calendrier actuels
19102 :	Présentation générale	Ajouter au programme de travail, dans le mandat et le calendrier actuels
19103 :	Schéma de langage conceptuel	Pas d'impact
19104 :	Terminologie	Ajouter au programme de travail, dans le mandat et le calendrier actuels
19105 :	Conformité et essais	Pas d'impact
19106 :	Profils	Pas d'impact
19107 :	Schéma spatial	Proposer un nouveau sujet d'étude pour tenir compte du travail additionnel
19108 :	Schéma temporel	Proposer un nouveau sujet d'étude pour tenir compte du travail additionnel
19109 :	Règles de schéma d'application	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19110 :	Méthode de catalogage des entités	Se reporter au sujet du stade 0 afin de déterminer le travail à effectuer
19111 :	Systèmes de référence spatiale par coordonnées	Se reporter au sujet du stade 0 afin de déterminer le travail à effectuer
19112 :	Systèmes de référence spatiale par identificateurs géographiques	Pas d'impact
19113 :	Qualité	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0

19114 :	Procédures de l'évaluation de la qualité	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19115 :	Métadonnées	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19116 :	Services de positionnement	Se reporter au sujet du stade 0, afin de déterminer le travail à effectuer
19117 :	Présentation	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19118 :	Codage	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19119 :	Services	Élaborer les éléments, dans le cadre du document préparatoire du stade 0
19120 :	Normes fonctionnelles	Contribuer à la maintenance du rapport sur les normes fonctionnelles, y compris les nouvelles informations sur l'imagerie et les données rectangulaires

6.2 Nouveaux sujets devant être mis à l'étude

Les nouveaux travaux relatifs à l'imagerie et aux rectangulaires requerront l'avis des experts de chacun des groupes de travail du comité ISO/TC 211, ainsi que celui de nouveaux experts au fait des techniques de traitement de l'imagerie et des données rectangulaires. Le tableau suivant (Tableau 4) indique pour quelles normes on devra obtenir ces nouveaux avis.

Tableau 3 — Nouveaux domaines de travail projetés

Nouveau domaine de travail	Groupe de travail	Nouveau domaine de travail
(norme existante la plus proche)		
19107	2	Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture
19108	2	Géométrie spatio-temporelle
19109	2	Règles d'application des schémas pour les fonctions de couverture
19110	3	Catalogage de l'imagerie et des données rectangulaires
19111	3	Référence spatiale pour l'imagerie et les données rectangulaires
19113 & 19114	3	Qualité et évaluation de la qualité pour l'imagerie et les données rectangulaires
19115	3	Éléments des métadonnées pour l'imagerie et les données rectangulaires
19116	4	Services de positionnement pour l'imagerie et les données rectangulaires
19117	4	Visualisation de l'imagerie et des données rectangulaires
19118	4	Éléments de codage de l'imagerie et des données rectangulaires
19119	4	Services d'exploitation des images
NOTE 1 Les travaux sur le schéma pour les fonctions et la géométrie de couverture et pour la géométrie spatio-temporelle seront abordés dans le cadre des nouveaux sujets d'étude élaborés par le groupe de travail 2.		
NOTE 2 Les autres questions nouvelles seront traitées dans un document préparatoire du stade 0, mis au point par l'équipe de projet des données quadrillées et rastrees, avec l'information fournie par les autres équipes de projet.		
NOTE 3 Il se peut également que l'étude d'une nouvelle question soit requise pour les services de transformation des systèmes de référence, pour les images. Ces questions seraient traitées dans le cadre du document préparatoire du stade 0.		

Le nouveau sujet d'étude (NWI) sur le schéma de la géométrie et des fonctions de couverture, qui sera étudiée par le groupe de travail 2, portera sur les exigences propres à l'imagerie et aux données rectangulaires, ainsi que sur les autres exigences pour différents types de données associées aux fonctions de couverture, comme les réseaux irréguliers triangulés (TIN), etc. Cette phase s'effectuera en coopération avec le comité OGC.

L'Annexe C contient des renseignements additionnels au sujet des nouveaux travaux nécessaires.

Annexe A (à titre informatif)

Organisation des cellules

Les mathématiques nous donnent un certain nombre de courbes de remplissage de l'espace, certaines étant simples, d'autres complexes. Les propriétés de ces courbes devraient définir les contraintes des fonctions de couverture des trames/matrices. Si un simple balayage rectiligne est utilisé pour remplir l'espace (c'est le cas le plus courant), la fonction de couverture de la trame/matrice sera nécessairement faite de cellules de trame dont la taille et la forme sont égales, à l'intérieur d'un tableau rectangulaire. Si on utilise des courbes de remplissage de l'espace plus complexes, on peut alors employer des surfaces irrégulièrement espacées et/ou des cellules de trame de taille variable.

Voici des exemples de courbes de remplissage de l'espace qui peuvent générer une trame :

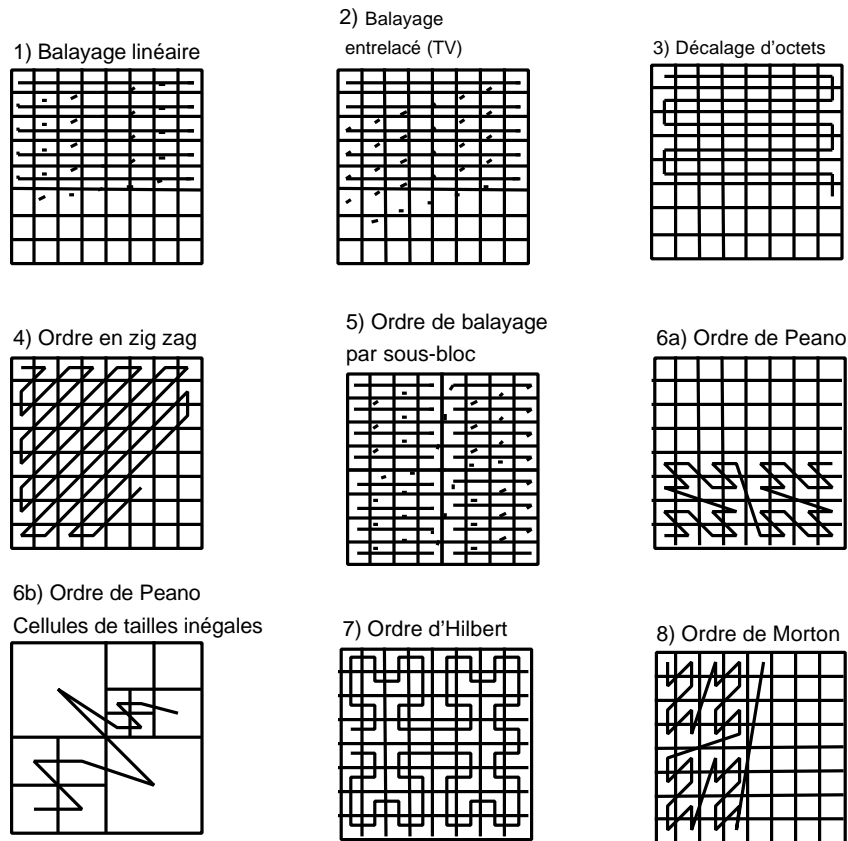
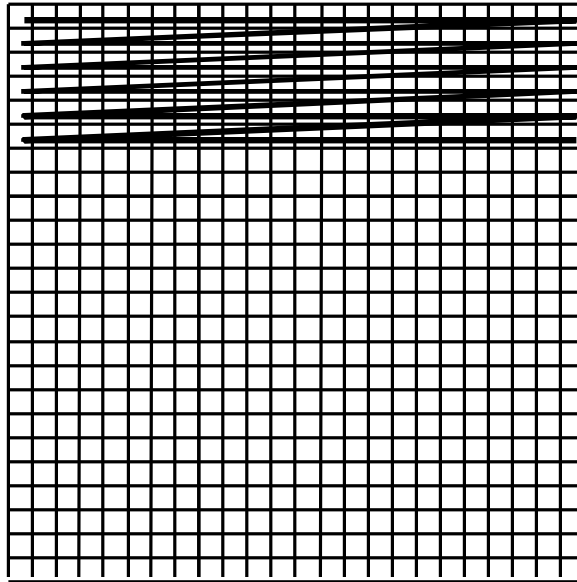


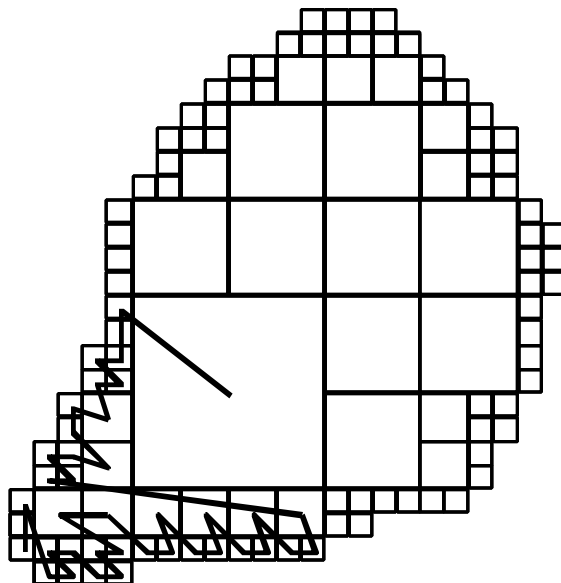
Figure A.1 — Exemples de courbes de remplissage de l'espace

On peut également définir d'autres courbes de remplissage de l'espace. Les courbes 1 à 4 génèrent des motifs rastrés, dans lesquels les cellules de la trame sont de même taille. La courbe 5 définit un certain nombre de sous-blocs, chacun étant balayé linéairement. Si, dans un sous-bloc, tous les pixels ont une même valeur constante, ce sous-bloc peut être omis et remplacé par une seule valeur qui représente le bloc entier. Cette technique est utilisée dans certains produits rastrés normalisés fonctionnels DIGEST. Les courbes 6 à 8 permettent l'emploi de cellules de trame de taille variable. Elles permettent la représentation des arbres de quadrants et des arbres d'octants.

La forme d'une fonction de couverture de trame/matrice peut être rectangulaire, ou encore être arbitraire et irrégulière si elle peut être couverte par une courbe particulière de remplissage de l'espace. Par exemple, une trame classique est obtenue par balayage linéaire sur une surface rectangulaire. Un balayage par ordre de Peano permet d'obtenir un arbre de quadrant qui couvre une surface de forme arbitraire. Les deux cas sont illustrés ci-dessous.



Balayage linéaire d'une surface rectangulaire



Balayage par ordre de Peano d'une surface convexe irrégulière

Figure A.2 — Ordre du balayage

Le système de coordonnées de la surface recouverte par la fonction de couverture de trame/matrice est défini par les caractéristiques de la courbe de remplissage de l'espace. Un balayage linéaire en deux dimensions génère un ensemble de coordonnées par rangées et colonnes. Les coordonnées pour les autres courbes de remplissage de l'espace résultent de ces courbes.

Annexe B (à titre informatif)

Métadonnées

Tableau B.1 — Définitions de l'information pour la représentation des données spatiales

	Nom	Identificateur	Définition	Obligation/ condition	Occurrence maximale	Type de données	Domaine
1	Information sur la représentation spatiale de la trame	40.03	Types et nombres d'objets spatiaux rastrés dans l'ensemble de données	C/ type égale trame?	N	Entité méta-données	Lignes 8 à 27
2	Code de type d'objet rastré	40.03.01	Objets spatiaux rastrés utilisés pour localiser les emplacements à 0, 2 ou 3 dimensions dans l'ensemble de données	M	1	entier	1- valeurs matrices 1- codés matrices 2- RGB du pixel 3- codes du pixel 4- HIS du pixel
3	Origine des pixels	40.03.02	Emplacement du pixel 1,1	O	1	chaîne	Texte libre (exemple, coin N-O)
4	Nombre de rangées	40.03.03	Nombre maximal d'objets rastrés le long de l'ordonnée (axe y)	O	1	entier	Nombre de rangées > 0
5	Nombre de colonnes	40.03.04	Nombre maximal d'objets rastrés le long de l'abscisse (axe x)	O	1	entier	Nombre de colonnes > 0
6	Nombre de couches	40.03.05	Nombre maximal d'objets rastrés le long de l'axe vertical (axe z)	O	1	entier	Nombre de couches (ou profondeur) > 0
7	Code des unités - résolution du balayage de trame - direction X	40.03.06	Unités utilisées pour exprimer la densité des données le long de l'axe X	C/ résolution du balayage en direction x fournie	1	entier	5- pouce 6- millimètre
8	Résolution du balayage de trame dans la direction X	40.03.07	Densité de données le long de l'axe X, exprimée en nombre de pixels par unité. Ex. : 400	O	1	entier	pixel/unité
9	Code des unités - résolution du balayage de trame - direction Y	40.03.08	Unités utilisées pour exprimer la densité des données le long de l'axe Y	C/ résolution du balayage en direction y fournie	1	entier	1- pouce 2- millimètre
10	Résolution du balayage de trame dans la direction Y	40.03.09	Densité de données le long de l'axe Y, exprimée en nombre de pixels par unité. Ex. : 400	O	1	entier	pixel/unité
11	Code de l'unité de valeur de l'objet rastré	40.03.10	Unité de valeur de chaque cellule/point dans la matrice	O	1	entier	1- pied 2- mètre 3- valeur RVB 4- valeur HIS 5- code énuméré

Tableau B.1 (suite)

	Nom	Identificateur	Définition	Obligation/ condition	Occurrence maximale	Type de données	Domaine
12	Description du code d'objet rastré	40.03.11	Description de l'attribut décrit par la valeur de la mesure	O	1	chaîne	texte libre
13	Description de la couleur du pixel de trame	40.03.12	Description des valeurs de couleur du pixel	O	1	chaîne	texte libre
14	Code des unités – espacement au sol des objets rastrés – direction X	40.03.13	Unités de mesure utilisées pour décrire la distance	O	1	entier	1- pied 2- mètre 3- minute d'arc 4- seconde d'arc
15	Mesure de l'espacement au sol des objets rastrés – direction X	40.03.14	Distance au sol entre les objets rastrés, dans la direction X	O	1	réel	Réel
16	Code des unités – espacement au sol des objets rastrés – direction Y	40.03.15	Unités de mesure utilisées pour décrire la distance	O	1	entier	5- pied 6- mètre 7- minute d'arc 8- seconde d'arc
17	Mesure de l'espacement au sol des objets rastrés – direction Y	40.03.16	Distance au sol entre les objets rastrés, dans la direction Y	O	1	réel	Réel
18	Code des unités – espacement au sol des objets rastrés – direction Z	40.03.17	Unités de mesure utilisées pour décrire la distance	O	1	entier	9- pied 10- mètre 11- minute d'arc 12- seconde d'arc
19	Mesure de l'espacement au sol des objets rastrés - direction Z	40.03.18	Distance au sol entre les objets rastrés, dans la direction Z	O	1	réel	Réel
20	Dégradés de tons	40.03.19	Nombre de couleurs ou de niveaux de gris présents dans l'image	O	1	entier	entier
21	Bits par pixel par bande	40.03.20	Nombre maximal de bits pour la valeur de chaque pixel dans chaque bande, sans compression	O	1	entier	entier
22	Information sur la représentation spatiale de l'image	40.04	Information au sujet de l'image utilisée pour représenter l'information géographique	C/ type égale image ?	N	Entité méta-données	Lignes 29-50

Tableau B.1 (suite)

	Nom	Identificateur	Définition	Obligation/ condition	Occurrence maximale	Type de données	Domaine
23	Identificateur d'image	40.04.01	Identificateur unique d'une image, dans un ensemble de données	C/ le titre définit-il une série d'images?	1	chaîne	texte libre
24	Type d'image	40.04.02	Indique le type général d'image représentée par les données	M	1	chaîne	texte libre – Exemples : hyperspace spectral, multispectral, infrarouge, infrarouge thermique, radar
25	Longueur focale	40.04.03	Longueur focale de la lentille en millimètres	O	1	réel	Réel
26	Hauteur du soleil	40.04.04	Hauteur du soleil mesurée en degrés décimaux, à partir du plan de la cible, au point d'intersection de la ligne optique de vue avec la surface de la Terre	O	1	réel	0 – 90
27	Azimut du soleil	40.04.05	Azimut du soleil mesuré en degrés décimaux, en sens horaire à partir du nord véritable, au moment de la prise de l'image	O	1	réel	0.00, 359.99
28	Angle d'obliquité	40.04.06	Angle, par rapport à la verticale, de l'image en degrés décimaux	O	1	réel	Réel
29	Angle d'orientation de l'image	40.04.07	Angle entre la première rangée de l'image et le nord véritable, en degrés décimaux	O	1	réel	0 – 360
30	Code décrivant les conditions de l'image	40.04.08	Indique les conditions qui influent sur la qualité de l'image	O	1	entier	13- image floue 14- poussière ou fumée épaisse 15- nuit 16- obliquité excessive 17- pluie 18- semi-noirceur 19- ombre 20- neige 21- image masquée par le relief 22- nuage 23- brouillard
31	Système d'évaluation de la qualité des images	40.04.09	Système d'évaluation sur lequel repose le code de qualité de l'image	O	1	chaîne	texte libre
32	Code de qualité d'image	40.04.10	Indique la qualité de l'image	O	1	chaîne	texte libre
33	Code de disponibilité des données radiométriques	40.04.11	Indique si les produits radiométriques standard sont disponibles ou non	O	1	entier	24- non 25- oui

Tableau B.1 (suite)

	Nom	Identificateur	Définition	Obligation/ condition	Occurrence maximale	Type de données	Domaine
34	Code de disponibilité de données permettant l'exploitation de l'image	40.04.12	Indique s'il existe ou non des données d'exploitation de l'image (ESD), par exemple information sur la position et l'attitude	O	1	entier	0-non 1-oui
35	Pourcentage de nébulosité	40.04.13	Superficie d'un ensemble de données recouverte de nuages, exprimée en pourcentage de l'étendue spatiale de ces données	O	1	réel	0.0 <= nébulosité <= 100, inconnu
36	Code de type de prétraitement	40.04.14	Code du distributeur des images qui indique le niveau de traitement radiométrique et géométrique à appliquer à l'image	O	1	chaîne	texte libre – Exemples : "LEVEL1A", "LEVEL1B", "SPOTVIEWWORTH0", "SPOTVIEWPRECISIO"
37	Distance moyenne entre les échantillons au sol (GSD)	40.04.15	Moyenne géométrique de la distance centre à centre, en balayage transversal et latéral, d'échantillons continus au sol, en mètres	O	1	réel	Réel
38	Quantité de compression	40.04.16	Indique le nombre de cycles de compression avec perte, effectué sur l'image	O	1	entier	entier
39	Code indicateur de triangulation	40.04.17	Indique si l'image a fait l'objet ou non d'une triangulation	O	1	entier	26-non 27-oui
40	Code de disponibilité du coefficient sol-image	40.04.18	Indique si des coefficients sol-image sont disponibles et sont contenus dans les données-produits	O	1	entier	0-non 1-oui
41	Heure et date de saisie de l'image par le capteur	40.04.19	Heure et date exactes à laquelle l'image a été saisie par le capteur, selon son système de temps	O	1	réel	Réel
42	Nom du capteur	40.04.20	Indique le nom du capteur utilisé pour la saisie de l'image	O	1	chaîne	texte libre
43	Catégorie de capteur	40.04.21	Indique la catégorie à laquelle appartient l'imagerie	O	1	chaîne	texte libre
44	Mode du capteur	40.04.22	Indique le mode du capteur utilisé pour la saisie de l'image	O	1	entier	texte libre – Exemples : FRAMING PUSHBROOM SPOT SWATH WHISKBROOM
45	Information sur la bande du capteur	40.05	Ensemble de longueurs d'ondes adjacentes de même caractéristique, dans le spectre électromagnétique, par exemple la bande visible	O	N	Entité méta-données	Lignes 52-57
46	Identificateur de séquence de bandes du capteur	40.05.01	Nombre qui identifie de manière unique les bandes de longueur d'onde dans lesquelles le capteur fonctionne	O	1	chaîne	texte libre

Tableau B.1 (suite)

	Nom	Identificateur	Définition	Obligation/ condition	Occurrence maximale	Type de données	Domaine
47	Longueur d'onde maximale de la bande – capteur	40.05.02	Longueur d'onde maximale à laquelle le capteur peut fonctionner dans une bande donnée, en mètres	O	1	réel	Réel
48	Longueur d'onde minimale de la bande – capteur	40.05.03	Longueur d'onde minimale à laquelle le capteur peut fonctionner dans une bande donnée, en mètres	O	1	réel	Réel
49	Code de disponibilité de l'information sur l'étalonnage de la caméra	40.05.04	Indique si des constantes sont disponibles pour permettre de corriger l'étalonnage de la caméra	O	1	entier	28-non 29-oui
50	Code de disponibilité de l'information sur la déformation du film	40.05.05	Indique si l'information sur le réseau d'étalonnage est disponible	O	1	entier	0-non 1-oui
51	Code de disponibilité de l'information sur la déformation optique	40.05.06	Indique si l'information sur la correction de l'aberration des lentilles est disponible	O	1	entier	0-non 1-oui

Annexe C (à titre informatif)

Nouveaux sujets à étudier en rapport avec l'imagerie et les données rectangulaires

1. **Schéma de la géométrie et des fonctions de couverture** – Nouveau sujet d'étude, pour l'élaboration d'une nouvelle norme par le comité ISO/TC 211.

Définir les schémas associés à la géométrie des fonctions de couverture qui permettent l'établissement de normes pour l'imagerie et les données rectangulaires servant à l'information géographique. Définir les principes de description des schémas de la géométrie de tramage (c.-à-d., pixel, bande de trame et quadrillage), afin de définir les exigences pour l'imagerie et les données rectangulaires qui influencent et favorisent l'établissement de normes sur l'information géographique.

2. **Géométrie spatio-temporelle (y compris la géométrie spatio-temporelle des fonctions de couverture)** – Nouveau sujet d'étude, pour l'élaboration d'une nouvelle norme par le comité ISO/TC 211.

Définir un schéma de description de la géométrie des entités géographiques et des fonctions de couverture utilisant les coordonnées spatiales et temporelles.

3. **Règles d'application des schémas pour les fonctions de couverture** – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Définir les règles de création d'un schéma d'application, y compris les principes de classification des objets géographiques et leurs relations avec un schéma d'application, pour les données de couverture. Ces règles influent sur l'établissement de normes pour les données matricielles et rastrées, pour la description des caractéristiques spatiales de l'information géographique en termes de fonctions de couverture.

4. **Catalogage de l'imagerie et des données rectangulaires** – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Déterminer si l'introduction des types d'imagerie et de données rectangulaires donne lieu à des exigences en matière de catalogage.

5. **Référence spatiale pour l'imagerie et les données rectangulaires** – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Élaborer des schémas conceptuels pour décrire les systèmes de référence et de coordonnées des trames et des images, notamment les systèmes relatifs aux paramètres orbitaux et aux cadres de référence des satellites.

6. **Qualité et évaluation de la qualité pour l'imagerie et les données rectangulaires** – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Définir le schéma de description de la qualité de l'imagerie et des données rectangulaires, et élaborer des lignes directrices pour les méthodes de spécification/évaluation de la qualité qui influencent ou favorisent l'établissement de normes sur l'imagerie et les données rectangulaires pour l'information géographique.

7. **Éléments des métadonnées pour l'imagerie et les données rectangulaires** – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Définir des éléments de métadonnées additionnels, au besoin, afin de tenir compte des exigences propres à l'imagerie et aux données rectangulaires.

8. Services de positionnement pour l'imagerie et les données rectangulaires – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Définir le schéma conceptuel et des lignes directrices pour la description des transformations des coordonnées des quadrillages et des trames selon les coordonnées des systèmes de référence géodésique, pour l'imagerie et les données rectangulaires.

9. Visualisation de l'imagerie et des données rectangulaires – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Définir un schéma de représentation des données rastrées, dans une forme compréhensible par les humains, et qui influence ou favorise l'établissement de normes sur l'imagerie et les données rectangulaires pour l'information géographique.

10. Éléments de codage de l'imagerie et des données rectangulaires – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Identifier les techniques de codage disponibles pour le traitement de l'imagerie et des données rectangulaires, l'accent devant être mis sur l'utilisation des normes de codage des images élaborées par d'autres groupes et comités de l'ISO.

11. Services d'exploitation des images – À traiter dans le document préparatoire du stade 0.

Identifier et définir les interfaces de service utilisés pour l'imagerie et les données rectangulaires, et définir les relations avec le modèle OSE (environnement de systèmes ouverts), qui influencent ou favorisent l'établissement de normes sur l'imagerie et les données rectangulaires pour l'information géographique.

Annexe D (à titre informatif)

Sigles

ANSI	American National Standards Institute
API	Interface de programmation d'applications
ARCS	Admiralty Raster Chart Standard
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASE	Agence spatiale européenne
BIIF	Basic Image Interchange Format (Format d'échange d'images de base)
BNSC	British National Space Center
CCT	Centre canadien de télédétection
CEI	Commission électrotechnique internationale
CEO	Center of Earth Observation
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites (Comité international des systèmes d'observation de la Terre)
CEOS-WGD	Committee on Earth Observation Satellites – Working Group on Data (Comité international des systèmes d'observation de la Terre – Groupe de travail sur les données)
CGM	Computer Graphic Metafile (Métafichier infographique)
CIP	Catalogue Interoperability Protocol (Protocole d'interopérabilité des catalogues)
DGIWG	Digital Geographic Information Working Group
DIGEST	Digital Geographic Information Exchange Standard (Normes d'échange des informations géographiques numériques)
DIS	Draft International Standard (Projet de norme internationale)
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft-und Raumfahrt
É.-U.	États-Unis
ECS	EOSDIS Core System (Système de base EOSDIS)
ENC	Electronic Nautical Chart (Carte nautique électronique)
EOS	Earth Observation System (Système d'observation de la Terre)

EOSDIS	EOS Data Information System (Système d'information de données EOS)
ERS	European Remote Sensing Satellite (Satellite de télédétection européen)
FDIS	Final Draft International Standard (Norme internationale provisoire)
FGDC	Federal Geographic Data Committee (États-Unis)
FTP	File Transfer Protocol (Protocole de transfert de fichiers)
GIF	Graphic Interchange Format (Format d'échange graphique)
GILS	Government Information Locator Service
HDF	Hierarchical Data Format (Format hiérarchique de données)
ICS	Interoperable Catalogue System (Système de catalogues interopérables)
IIF	Image Interchange Facility
IPI	Image Processing and Interchange (Échange et traitement des images)
ISO	Organisation internationale de normalisation (Sigle venant du mot grec <i>iso</i> , qui signifie « même »)
JBIG	Joint Binary Images Group (Groupe mixte sur les images à deux niveaux)
JERS	Japanese Earth Resources Satellite (Satellite japonais d'étude des ressources de la Terre)
JFIF	JPEG File Interchange Format (Format d'échange des fichiers JPEG)
JPEG	Joint Photographic Experts Group (Groupe mixte d'experts en photographie)
JTC	Joint Technical Committee (Comité technique conjoint [on trouve parfois aussi l'expression comité technique mixte])
LANDSAT	Land Satellite (Série de satellites américains d'observation de la Terre)
LGSGWG	Landsat Ground Station Operators Working Group
LTWG	Landsat Technical Working Group (Groupe de travail technique Landsat)
MAN	Modèle altimétrique numérique
MHEG	Multimedia/Hypermedia information Coding Experts Group (Groupe d'experts pour le codage des informations multimédia et hypermédia)
MOS	Marine Observation Satellite (Satellite japonais d'observation de l'océan et des régions maritimes)
MPEG	Moving Pictures Expert Group (Groupe d'experts pour le codage d'images animées)
MTPE	Mission To Planet Earth (Mission vers la planète Terre)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (États-Unis)

NASDA	National Space And Development Agency of Japan (Japon)
NITF	National Imagery Transmission Format (États-Unis)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (États-Unis)
NSDI	National Spatial Data Infrastructure (États-Unis)
NSIF	NATO Secondary Imagery Format (Format d'imagerie secondaire de l'OTAN)
OGC	Open GIS Consortium
OHI	Organisation hydrographique internationale
OSI	Open Systems Interconnection (Interconnexion de systèmes ouverts)
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
PIKS	Programmer's Imaging Kernel System (Système de noyau d'imagerie pour programmeurs)
PIXEL	Picture Elements (Élément d'image)
PNG	Portable Network Graphics
PNI	Profil normalisé international
PTT	Protocol Task Team
R.-U.	Royaume-Uni
RADARSAT	Satellite de télédétection radar (Canada)
REPMAT	Reproduction Material (Matériel de reprographie)
RFP	Request For Proposal
RNCP	Raster Nautical Chart Products (Produits cartographiques nautiques rastrés)
RNCPS	Raster Nautical Chart Product Specification (Spécification des produits cartographiques nautiques rastrés)
RVB	rouge, vert, bleu (Le sigle anglais équivalent RGB est très fréquemment utilisé)
SAR	Synthetic Aperture Radar (Radar à ouverture de synthèse)
SC	Sous-comité
SDTS	Spatial Data Transfer Standard (Norme sur le transfert des données spatiales)
SIG	Système d'information géographique
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre (France)

SQL	Structured Query Language (Langage relationnel SQL d'interrogation structuré, utilisé dans les bases de données)
SQL/MM	SQL/multimédia
SRPE	SDTS Raster Profile and Extension (Extension et profil rastré SDTS)
STANAG	Accord de normalisation (OTAN)
TC	Technical Committee (Comité technique)
TI	Technologies de l'information; technologie de l'information
TIFF	Tag Image File Format (Format d'étiquette de fichier vidéo)
TIFF/IT	Tag Image File Format for Image Technology (Format TIFF pour la technologie des images)
TSMAD	Transfer Standard Maintenance And Development (Maintenance et développement des normes sur le transfert)
UIT	Union internationale des télécommunications
XML	eXtensible Markup Language (Langage XML, une extension du langage SGML)

Bibliographie

- [1] Asrar, G. et Dozier, J., *EOS: Science Strategy for the Earth Observing System*. American Institute of Physics Press, Woodbury, New York 11797, 1994
- [2] Asrar, G. et Greenstone, R., *1995 MTPE EOS Reference Handbook*. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, 1995
- [3] Di, L. et Carlisle, C., *The Proposed FGDC Content Standard for Remote Sensing Swath Data*. Proceedings, ASPRS/RTI 1998 Annual Conference, Tampa, Florida
- [4] Heller, D. et Fox, S., *Proposed ECS Core Metadata Standard*, Release 2.0, Hughes Applied Information Systems, 420-TP-001-005, Landover, Maryland, USA, 1994
- [5] Ritter, N. et Ruth, M., *The GeoTIFF Data Interchange Standard for Raster Geographic Images*, Int. J. Remote Sensing, 1997, vol. 18, no 7, 1637-1647
- [6] Information Retrieval (Z39.50): *Application Service Definition and Protocol Specification*, ANSI/NISO Z39.50-1995, Texte officiel, juillet 1995, Z39.50 Maintenance Agency
- [7] ISO/IEC 8632:1992 *Technologies de l'information — Infographie — Métafichier de stockage et de transfert des informations de description d'images*
- [8] ISO/IEC 8824:1995 *Technologies de l'information — Interconnexion de systèmes ouverts — Spécification de la notation de syntaxe abstraite numéro 1 (ASN.1)*
- [9] ISO/IEC 9075:1992 *Technologies de l'information — Langages de base de données — SQL*
- [10] ISO/IEC 9973 *Technologies de l'information — Traitement informatisé des graphiques et de l'image — Procédures pour l'enregistrement des items graphiques*
- [11] ISO/IEC 10918:1994 *Technologies de l'information — Compression numérique et codage des images fixes de nature photographique*
- [12] ISO/IEC 11544:1993 *Technologies de l'information — Représentation codée des images et du son — Compression progressive des images en deux tons*
- [13] ISO/IEC 12087-1:1995 *Technologies de l'information — Infographie et traitement de l'image — Traitement de l'image et échange (IPI) — Spécification fonctionnelle — Partie 1: Architecture commune pour l'image*
- [14] ISO/IEC 12087-2:1994 *Technologies de l'information — Infographie et traitement de l'image — Traitement de l'image et échange (IPI) — Spécification fonctionnelle — Partie 2: Interface de programme d'application PIKS*
- [15] ISO/IEC 12087-3:1995 *Technologies de l'information — Infographie et traitement de l'image — Traitement de l'image et échange (IPI) — Spécification fonctionnelle — Partie 3: Accessoires pour l'échange d'images (IIF)*
- [16] ISO/IEC DIS 12087-5:1998 *Technologies de l'information — Infographie et traitement de l'image — Spécification fonctionnelle pour le traitement de l'image et l'échange (IPI) — Partie 5: Format d'échange de l'image de base (BIIF)*
- [17] ISO/IEC DIS 12089:1997 *Technologies de l'information — Infographie et traitement de l'image — Codage pour les accessoires pour l'échange de l'image (IIF)*
- [18] ISO/FDIS 12639:1998 *Technologie graphique — Échange de données numériques de préimpression — Format de fichier d'image d'étiquette pour la technologie d'image*

- [19] ISO/IEC CD 13249-5:1998 *Technologies de l'information — Langages de bases de données — Multimédia SQL et paquetages d'application — Partie 5 : Images fixes*
- [20] ISO/IEC 13522:1997 *Technologies de l'information — Codage de l'information multimédia et hypermédia*
- [21] ISO/IEC 13818:1996 *Technologies de l'information — Codage générique des images animées et du son associé*
- [22] MIL-STD-2500A (2) *National Imagery Transmission Format (Version 2.0) for the National Imagery Transmission Format Standard*, 12 octobre 1994, through NOTICE 2
- [23] Open GIS Consortium, Topic 6: *The Coverage Type and its Subtypes*, Version 3.2, Document 98-106R2, 1998, Wayland, MA, USA
- [24] Open GIS Consortium, Topic 7: *The Earth Imagery Case*, Version 3, Document 98-107, 1998, Wayland, MA, USA
- [25] Organisation hydrographique internationale (OHI), *IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*, S-57 Edition 3.0, novembre 1996, Monaco
- [26] Spatial Data Transfer Standard (SDTS), *Federal Information Processing Standard*, FIPS PUB 173, US Department of Commerce, août 1992
- [27] STANAG 4545 – *NATO Secondary Imagery Format (NSIF)* Édition 1, version provisoire d'étude 2, 7 mai 1998
- [28] STANAG 7074 – *Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST) – AGeoP-3A*, Édition 2, juin 1997
- [29] Union internationale des télécommunications, Secteur des télécommunications (UIT-T), Com 8, *Recommandations T.4 et T.6, Normalisation des télécopieurs du Groupe 3 pour la transmission de documents*, Période d'étude 1997-2000, Genève, Suisse
- [30] XML, *Extensible Markup Language 1.0.*, W3C Recommendation 10 février 1998. Editors: Tim Bray (Textuality and Netscape), Jean Paoli (Microsoft) et C. M. Sperberg-McQueen (University of Illinois at Chicago). Reference: REC-xml-19980210.