

Clichés JPEG et format EXIF

J'ai essayé de rassembler ici en français des informations, que l'on ne trouve quasiment qu'en langue anglaise, pour décoder les données techniques enregistrées par la plupart des appareils photographiques numériques. Ou pour les modifier, voire en ajouter !

Avertissements :

- Les nombres binaires sont exprimés en base hexadécimale sous la forme : \$XXX.
- Les termes «*mot*» et «*cardinal*» écrits en italique désignent des valeurs entières non signées codées respectivement sur 2 octets (*Word*, 16 bits) et 4 octets (*LongWord*, 16 bits).

INTRODUCTION

Quelques rappels sur le **format JPEG** (Joint Photographic Experts Group), tout d'abord :

- il utilise l'alignement Motorola = Big Endian (stockage des octets du poids le plus fort au plus faible, c'est-à-dire dans le même sens que leur valeur) ;
- un fichier JPEG contient plusieurs **sections** repérées par des marqueurs : ce sont des *mots* (entiers non signés sur 2 octets) qui commencent tous par \$FF ;
- il débute toujours par un marqueur **SOI** (Start Of Image = début d'image) valant \$FFD8 ;
- et se termine toujours par un marqueur **EOI** (End Of Image = fin d'image) valant \$FFD9.

A l'exception des marqueurs SOI et EOI, chaque section d'un fichier JPEG obéit à une structure générale : le marqueur est immédiatement suivi d'un *mot* qui indique le nombre d'octets de la section. Les données d'une section sont donc limitées à 65533 octets, leur taille étant incluse dedans.

Parmi les sections notables, on retiendra la table de quantification, la table d'Huffman, et l'**image proprement dite**, qui suit le marqueur **SOS** (Start Of Scan = début des données) valant \$FFDA.

Grâce à des **marqueurs d'applications** (Application Markers) définis de **APP0 (\$FFE0)** à **APP15 (\$FFE1)**, certains clichés ajoutent à l'image elle-même des **méta-données** qui lui sont relatives, utilisables par les applications les lisant (vignette, et/ou données techniques). Ces marqueurs APPX suivent immédiatement le marqueur SOI, précédant donc le reste de l'image elle-même.

Le **format JFIF** (Jpeg File Interchange Format – Independant JPEG Group), fixe, utilise le marqueur **APP0 (\$FFE0)** ; voir l'exemple en annexe.

Il a été supplanté par le **format EXIF** (EXchangeable Image file Format – Japanese Electronic Industry Development Association), qui **utilise le marqueur APP1 (\$FFE1)**.

Le format EXIF utilise la norme **TIFF** (Tagged Image File Format - Adobe®) pour structurer sa zone de données. Matérialisée par un en-tête spécifique, elle organise les **données en répertoires ou IFD** (Image File Directory). Chaque répertoire contient une ou plusieurs entrées. Chaque entrée est identifiée par un **tag** correspondant à la signification du champ. De taille fixe, les entrées codent la nature du champ (octet, réel, chaîne...), sa taille, et la donnée elle-même, ou un offset vers elle.

Plusieurs exigences s'imposent :

- il doit exister au moins un IFD ;
- chaque IFD doit comporter au moins une entrée ;
- le premier IFD doit toujours être relatif à l'image principale : IFD0 ou Main Image IFD ;
- les entrées d'un IFD doivent être dans l'ordre croissant des tags, numériques (*mots*).

ZONE DES DONNEES EXIF

Elle démarre au marqueur APP1, immédiatement après le marqueur SOI du fichier JPEG. Elle est en quelque sorte insérée entre SOI et la première section du cliché sans méta-données (ce qui montre comment extraire la photo seule d'un cliché EXIF) :

```
FFD8  FFE1  LLLL  data.....data  (FFXX LLLL data..... data)xN  FFD9
SOI   APP1  Long  Données  EXIF      N sections du cliché JPEG  EOI
      [-----> section EXIF <-----]
```

Comme toutes les sections JPEG, la longueur de la zone EXIF est codée par le *mot* qui suit son marqueur (APP1). Cette longueur vaut 2 octets de plus que les données elles-mêmes, et 2 de moins que la section entière !

STRUCTURE DES DONNEES EXIF

Elle débute par un en-tête spécifique, de 6 octets :

```
45 78 69 66 00 00
E x i f #0 #0
```

Répondant à la norme TIFF, on trouve ensuite l'en-tête TIFF, capitale, car elle code pour l'alignement des données. A partir de cette zone, les données peuvent conserver l'ordre Motorola du reste du fichier JPEG, ou adopter le format Intel = Little Endian, qui stocke les octets de faible poids en premier :

```
4D 4D 00 2A 00 00 00 08
M M Value offset IFD0 : alignement Motorola
```

ou

```
49 49 2A 00 08 00 00 00
I I Value offset IFD0 : alignement Intel, le plus fréquent
```

Suivant les 2 octets d'alignement, un *mot* de contrôle valant \$2A (42) permet de vérifier que l'on est bien en présence d'une section TIFF, et que l'on ne s'est donc pas trompé dans l'alignement !!!

Le *cardinal* (entier non signé sur 4 octets) qui suit est un offset vers l'IFD0, premier répertoire, relatif à l'image principale. Cet offset, et tous ceux qui suivent, sont donnés à partir du premier octet de l'en-tête TIFF, en **rouge** dans le schéma ci-dessus. Cet offset vaut en général 8 (taille de l'en-tête), mais pas nécessairement !

Tous les offsets sont normalement alignés sur des *mots*, donc pairs.

Les données sont ensuite organisées à l'intérieur de répertoires et sous-répertoires.

STRUCTURE D'UN REPERTOIRE

Chaque répertoire débute par un *mot* définissant le nombre d'entrées (données) de l'IFD.

Suivent les entrées elles-mêmes, chacune codée sur 12 octets : 2 *mots*, 1 *cardinal*, et 4 octets dont la signification dépend de ce qui précède. On a le schéma :

```
tg tg   ft ft   ct ct ct ct   vo vo vo vo
Tag Id  Format  [-- Count ---] Value / Offset
```

Le premier *mot* identifie la donnée. Les tags sont des identifiants uniques, attribués en principe par Adobe®, qui a créé le format TIFF. On trouve une revue de la signification des tags sur le site : <http://www.awaresystems.be>

Le second *mot* définit le format de la donnée (toute donnée entière non signée peut être lue comme un *cardinal*) :

Valeur	Type de donnée représentée	Octets	Type en Delphi
1	entier non signé sur	1	Byte
2	chaîne ASCII AZT (dont #0 terminal)	cf. Count	Pchar
3	entier non signé sur	2	Word
4	entier non signé sur	4	Cardinal
5	fraction non signée (rapport de 2 <i>Cardinaux</i> ; 1° <i>Cardinal</i> =numérateur)	8	
6	entier signé sur	1	ShortInt
7	non publié	cf. Count	
8	entier signé sur	2	SmallInt
9	entier signé sur	4	LongInt
10	fraction signée (rapport de 2 LongInts ; 1° LongInt=numérateur)	8	
11	réel sur	4	Single
12	réel sur	8	Double
13	offset d'un sous-répertoire	4	

Le *cardinal* suivant représente le nombre de données du type défini. On peut ainsi avoir 5 données de type Double, soit un tableau de 5 réels.

Les 4 derniers octets de l'entrée stockent la valeur elle-même, ou un offset vers cette valeur, si sa taille dépasse 4 octets. Usuellement, la zone de stockage des données ainsi pointées suit l'IFD, mais cela n'est pas nécessaire. On se souviendra en écriture d'aligner les offsets sur les *mots* (donc écrire un octet nul après toute donnée de taille impaire, pour que l'offset suivant soit pair).

Enfin, le répertoire se termine par un *cardinal* qui est l'offset vers le répertoire suivant (0 s'il n'y en a pas).

PRINCIPALES DONNEES EXIF

On trouve des données intéressantes dans chaque IFD. Nous en traiterons donc successivement.

- **IFD0 ou répertoire image principale** :

Les données les plus fréquemment utiles sont les suivantes :

Tag	Format	Signification
\$010E	2	Description de l'image
\$010F	2	Fabricant de l'appareil
\$0110	2	Modèle de l'appareil
\$0112	3	Orientation de l'image principale (rotation horaire : 0°=1 ; 90°=6 ; 180°=3 ; 270°=8)
\$0132	2	Horodatage de l'image (20 car.) : YYYY:MM:DD HH:MM:SS#0
\$8298	2	Copyright
\$8769	4/13*	Offset du sous-répertoire EXIF

* les offsets de sous-répertoires étant des *cardinaux*, ils peuvent avoir le format 4, même si le format spécifique 13 a été créé dans une révision ultérieure de la norme TIFF.

Rappelons que l'IFD0 se termine par un pointeur sur l'IFD1, relatif à la vignette

- **IFD1 ou répertoire vignette** :

La vignette permet un aperçu rapide. Il est recommandé qu'elle fasse 160 larg. x 120 haut. pixels. Elle est le plus souvent au format JPEG. Les données les plus souvent exploitées sont les suivantes :

Tag	Format	Signification
\$0100	3/4*	Largeur de la vignette
\$0101	3/4*	Hauteur de la vignette
\$0103	3	Type de compression (6=JPEG 7=ISO JPEG)
\$0201	4	Offset vers la vignette JPEG
\$0202	4	Taille de la vignette JPEG

* rappelons qu'il est recommandé de lire tous les entiers non signés comme des *cardinaux*, même si une vignette de plus de 65535 pixels est improbable !

L'IFD1 est généralement le dernier, et se termine en tant que tel par un offset d'IFD suivant à 0.

- sous-répertoire EXIF :

Il est pointé dans l'IFD0 (Tag \$8769), et peut lui-même référencer des sous-répertoires : GPS Info pour la localisation, et Inter-Opérabilité pour des informations de compatibilité.

Tag	Format	Signification
\$829A	5	Exposition (en seconde)
\$829D	5	Ouverture
\$8822	3	Programme d'exposition 1=manuel 2=auto 3=priorité ouverture 4=priorité vitesse 5=créatif 6=action 7=portrait 8=paysage
\$8827	3	Sensibilité (en équivalent ISO argentique)
\$9000	7	Version EXIF : 4 chars ('0220' [V2.2)
\$9003	2	Horodatage de l'image, cf. tag \$0132 de l'IFD0 (même valeur)
\$9201	10	Vitesse : valeur X [vitesse = 1/(2^X)
\$9202	5	Ouverture : valeur X [ouverture = SQRT(2)^X
\$9207	3	Luminosité pour déterminer l'exposition 1=moyenne ; 2=moyenne à pondération centrale ; 3=spot ; 4=multizone...
\$9208	3	Source de lumière 1=jour 2=fluorescente 3=tungstène 4=flash 10=nuages 11=ombre...
\$9209	3	Flash : signification codée bit par bit bit 0 : positionné si départ de flash bit 2 : positionné si fonction de détection de l'éclair ; dans ce cas : bit 1 : positionné si l'éclair a été détecté bits 4/3 : 1=flash forcé 2=flash supprimé 3=flash auto bit 5 : positionné en l'absence de flash bit 6 : positionné si fonction de réduction des yeux rouges
\$920A	5	Focale (en mm)
\$927C	7	Données fabricant (parfois au format IFD)
\$9286	7	Commentaires sur l'image (complète le tag \$010E de l'IFD0) le contenu est identifié par un en-tête de 8 caractères ASCII : 'ASCII'#0#0#0 pour une chaîne AZT au format ASCII 'UNICODE'#0 pour une suite de caractères en Unicode
\$A002	3/4*	Largeur de l'image principale
\$A003	3/4*	Hauteur de l'image principale * rappelons qu'il est recommandé de lire tous les entiers non signés comme des cardinaux, même si une vignette de plus de 65535x65535 pixels est improbable !
\$A004	2	Fichier sonore associé à l'image : seul son nom est enregistré au format 'FILENAME.EXT'#0 (pas de chemin)
\$A403	3	Balance des blancs : 0=auto 1=manuelle
\$A405	3	Focale équivalente en 35 mm(en mm)

Le sous-répertoire EXIF permet donc d'apprendre de nombreux détails sur les conditions lors de la prise de vue (il existe des dizaines de tags).

- sous-répertoire **Inter-Opérabilité** :

Il est pointé dans celui EXIF par le Tag \$A005, et présente peu d'intérêt.

Tag	Format	Signification
\$0001	2	Règle suivie par le format 'R98'#0, couramment, ou 'THM'#0
\$0002	7	Version (?) vaut '0100'

Seul le premier tag est défini dans la norme, mais on peut en trouver d'autres dans certains clichés, indiquant par exemple la version (de quoi ?), ou la largeur et la hauteur de la photo.

- sous-répertoire **GPS Info** :

Il est pointé dans celui EXIF par le Tag \$8825 et permet grâce à une trentaine de tags appropriés de stocker les informations de localisation nécessaires.

- sous-répertoire **Fabricant** :

La zone de données utilisée par le fabricant pour stocker diverses informations parfois propriétaires est pointée dans le sous-répertoire Exif par le tag \$927C. Pas de norme ; il faut donc se renseigner au cas par cas.

Quand le fabricant utilise le format d'un IFD, le décodage ne pose aucun problème, sinon de signification (des tags, souvent privés).

S'il utilise un format propriétaire, pas d'autre solution que de mettre les mains dans le cambouis !

EXEMPLE DE FICHIER EXIF

Ci-dessous, un rappel des différentes structures et de leur imbrication (et page suivante, en couleur).

FFD8 : **SOI** (début de l'image)

FFE1 : **APP1** (zone des données EXIF)

LLLL : longueur de la section APP1 après le marqueur APP1

45 78 69 66 00 00 : en-tête EXIF (vaut 'Exif'#0#0)

49 49 2A 00 : en-tête TIFF (alignement Intel ; **49** = origine des offsets)

08 00 00 00 : offset vers le répertoire image principale = IFD0

NNNN : nombre d'entrées de l'IFD0

(**tgtg ftft ctctctct vovovovo**) x **NNNN** : entrées du répertoire (l'une d'entre elles est l'offset du sous-répertoire EXIF)

of of of of : offset vers le répertoire vignette = IFD1

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données de l'IFD0

NNNN : nombre d'entrées du sous-répertoire EXIF

(**tgtg ftft ctctctct vovovovo**) x **NNNN** : entrées du répertoire

00 00 00 00 : (offset de l'IFD suivant, donc 0)

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données du sous-répertoire EXIF

NNNN : nombre d'entrées de l'IFD1

(**tgtg ftft ctctctct vovovovo**) x **NNNN** : entrées du répertoire

00 00 00 00 : (offset de l'IFD suivant, donc 0)

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données de l'IFD1

FFD8 **ZZZ...ZZZ** **FFD9** : vignette elle-même (au format jpeg)

FFD8 : début de l'image principale

FFXX : sections de l'image principale

.

.

.

FFDA : **SOS** (début de l'image proprement dite)

FFD9 : **EOI** (fin du fichier)

EXEMPLE DE FICHER EXIF

Le même en couleur, donc, pour montrer les rapports entre les différentes parties de l'image, mais peut-être moins lisible que la précédente en N&B, que j'ai donc laissée...

FFD8 : SOI (début de l'image)

FFE1 : APP1 (zone des données EXIF)

LLLL : longueur de la section APP1 après le marqueur APP1

45 78 69 66 00 00 : en-tête EXIF (vaut 'Exif'#0#0)

49 49 2A 00 : en-tête TIFF (alignement Intel ; 49 = origine des offsets)

08 00 00 00 : offset vers le répertoire image principale = IFD0

NNNN : nombre d'entrées de l'IFD0

(tgtg ftft ctctctct vovovovo) x NNNN : entrées du répertoire
(l'une d'entre elles est l'offset du sous-répertoire EXIF)

of of of of : offset vers le répertoire vignette = IFD1

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données de l'IFD0

NNNN : nombre d'entrées du sous-répertoire EXIF

(tgtg ftft ctctctct vovovovo) x NNNN : entrées du répertoire

00 00 00 00 : (offset de l'IFD suivant, donc 0)

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données du sous-répertoire EXIF

NNNN : nombre d'entrées de l'IFD1

(tgtg ftft ctctctct vovovovo) x NNNN : entrées du répertoire

00 00 00 00 : (offset de l'IFD suivant, donc 0)

ZZZZZZ...ZZZZZZ : zone de données de l'IFD1

FFD8 ZZZ...ZZZ FFD9 : vignette elle-même (au format jpeg)

FFD8 : début de l'image principale

FFXX : sections de l'image principale

.

.

.

FFDA : SOS (début de l'image proprement dite)

FFD9 : EOI (fin du fichier)

EXTENSIONS

D'autres segments de données peuvent être utilisés, avec des formats divers :

- APP2 pour convertir un fichier EXIF en fichier FlashPix ;
- APP3 pour des informations de digitalisation d'image, notamment ;
- APPD pour les champs IPTC-IIM (*cf.* plus loin) ou Photoshop® ;
- APPE par les applications Adobe® pour différentes informations.

MISE EN GARDE

Les normes EXIF et TIFF utilisent des offsets qui pointent certaines données (elles préconisent en outre qu'une même donnée ne soit référencée que par un seul tag).

Certains tags ou données du sous-répertoire fabricant peuvent pointer sur des données du flux JPEG (tables, par exemple).

Il faut donc faire attention de restaurer ces pointeurs en cas d'ajout de données.

CONCLUSION

Nous venons d'envisager la nature et la structure des données EXIF les plus utiles. D'autres informations peuvent également être stockées, postérieurement à la prise du cliché, pour le décrire, ajouter des mots-clés pour faciliter le tri, insérer des informations de droits pour la diffusion (agences de presse)... De telles méta-données IPTC peuvent figurer dans un segment spécifique. On peut aussi ajouter des informations ou mots-clés dans la zone EXIF du commentaire de l'utilisateur, ou dans un sous-répertoire privé. Tout ceci occasionnera bien d'autres migraines !!!

Yves LEMAIRE
alias tourlourou

Grand Merci à René KINZINGER, *alias Kr85*, pour ses précieuses remarques et la mise en forme.

Merci de signaler erreurs et omissions par mail : delphyves@wanadoo.fr

En dehors des spécifications, quelques articles, sites, programmes, ou codes précieux : merci à

- TsuruZoh Tachibanaya pour son article « EXIF File Format »
- Cristi Cuturicu pour son article "A note about the JPEG decoding algorithm"
- <http://www.awaresystems.be> pour les définitions de tags
- <http://www.exif.org> pour ses informations
- Michal Mutl pour son programme MiTeC EXIF Reader
- Gerry McGuire pour son programme DExView et son unité dExif.pas
- SimBa aka Dimoniusis et RicRak pour l'unité Exif.pas

EXEMPLE DE FICHER JFIF

*Ci-dessous, rapidement exposée, la structure d'un cliché JFIF type.
Alignement des octets : Motorola = big endian car norme JPEG.*

FFD8 : **SOI** (début de l'image)

FFE0 : **APP0** (zone des données JFIF)

LLLL : longueur de la section APP0 après le marqueur APP0

4A 46 49 46 00 : en-tête JFIF (vaut 'JFIF'#0)

01 02 : version (vaut ici 1.02)

UU : unité des résolutions horizontale et verticale
(0=aspect ratio ; 1=pixels/pouce ; 2=pixels/cm)

HH HH : résolution horizontale ou numérateur si unité=0

VV VV : résolution verticale ou dénominateur si unité=0

LL : largeur vignette

HH : hauteur vignette

ZZZZZZ...ZZZZZZ : vignette au format BMP 24 bits (si LL*HH > 0)

{ : (segment d'extension facultatif)

FFE0 : **APP0** (extension des données JFIF)

LLLL : longueur de cette section APP0 après le marqueur APP0

4A 46 58 58 00 : en-tête extension JFIF (vaut 'JFXX'#0)

10 : code de l'extension (ici : vignette au format JPEG)

FFD8 ZZ...ZZ FFD9 : vignette au format JPEG

}

FFD8 : début de l'image principale

FFXX : sections de l'image principale

.

.

.

FFDA : **SOS** (début de l'image proprement dite)

FFD9 : **EOI** (fin du fichier)