

# Documentation technique sur le logiciel «Qualite»

**Nathalie Palanque-Delabrouille**

**Saclay – Novembre 1999**

Le logiciel «qualite» calcule un certain nombre de paramètres permettant de juger la qualité d'une image (fond de ciel, seeing...) et de suivre l'évolution des défauts des CCDs (colonnes mortes, pixels défectueux...). Ces estimations sont utiles pour l'analyse des données, microlentille ou super-nova, ainsi que pour les autres tâches d'acquisition qui peuvent ainsi rejeter une image non conforme. Toute l'information est stockée dans l'entête fits de l'image et est écrite dans un fichier logbook quotidien comportant une ligne d'information pour chaque image de la nuit. Une sélection de cette information et quelques chiffres résumant l'ensemble de la prise de données sont ensuite reportés dans le bigbrother de la nuit.

Dans cette note, les principes d'estimation des divers paramètres sont expliqués, ainsi que les mots clefs FITS permettant leur stockage dans l'entête de l'image.

## **1 Principes généraux du programme «qualite»**

Le programme «qualite» est la première tâche d'acquisition passée sur les images<sup>1</sup> brutes prises au Chili. Il peut également être passé indépendamment, avec le programme «imgqualite». Comme cette analyse de l'image ne doit pas retarder la chaîne d'acquisition, l'ensemble des caractéristiques doit être calculé en quelques secondes. Les estimations sont donc obtenues par des méthodes approximatives, et une fraction des pixels seulement (distribués aléatoirement sur l'image) est utilisée pour les estimations portant sur l'ensemble de l'image.

Un fichier de datacard (celui utilisé pour l'acquisition est donné en exemple dans l'annexe A) permet d'initialiser les valeurs des diverses variables utiles aux routines du programme, ainsi que la sélection des calculs à effectuer sur l'image en fonction de son type (flat, offset ou image sur le ciel). Flats et offsets sont gérés de la même façon, tandis que les images de données sont gérées différemment.

Le programme «qualite» permet d'estimer les caractéristiques décrites ci-dessous. Les clefs FITS correspondantes sont mentionnées après la flèche et le type d'images

---

<sup>1</sup>ie. sur chaque CCD. Dans la suite, «image» ou «CCD» seront utilisés de façon équivalente.

auquel le calcul s'applique est indiqué entre parenthèse (FLAT pour flats et offsets, IMG pour images) :

- Flux moyen du CCD (FLAT, IMG)  
→ **GOODCCD**
- Qualité globale de l'image (FLAT, IMG). Ceci inclut les estimations
  - du fond de ciel  
→ **FONDCIEL**
  - de la dispersion du fond de ciel  
→ **SIGFOND**
- Repérage des pixels ou colonnes défectueux. Ceci inclut les estimations suivantes :
  - Fraction de pixels morts ou saturés (FLAT, IMG)  
→ **FRACNUL, FRACSAT**
  - Nombre de colonnes mortes ou saturées (FLAT, IMG)  
→ **DEADCOL, SATCOL**

La liste exhaustive de ces colonnes est indiquée sous la forme de groupes de colonnes adjacentes repérés par la première et la dernière colonne de chaque série. Le nombre de groupes est limité à 99 pour éviter de saturer l'entête fits. Sont donc indiqués le nombre de paires début-fin ainsi que le numéro de la colonne de début et de fin de chaque groupe i.<sup>2</sup>

→ **DEDPCL, DEDBCLi, DEDECLi**  
→ **SATPCL, SATBCLi, SATECLi**

- Nombre de colonnes montrant une discontinuité du fond de ciel, à la hausse ou à la baisse (FLAT)  
→ **UPCOL, DNCOL**

La liste exhaustive de ces colonnes est indiquée par les mêmes clefs FITS suivies d'un numéro (i) incrémenté de 1 au nombre total :

→ **UPCOLi, DNCOLi**

- Nombre de zones avec des problème d'efficacité de transfert des charges<sup>3</sup> (FLAT)  
→ **NPBCTE**

La liste exhaustive des colonnes affectées est donnée de nouveau par les numéros de colonnes délimitant chaque zone i.

→ **PBCTEBi, PBCTEEi**

- Nombre de zones lumineuses dues à des pixels photo-luminescents dans le

---

<sup>2</sup>La clef FITS se décompose ainsi : P pour Paire, B pour Begin et E pour End. «DEAD» a été abrégé en «DED» et «COL» en «CL» pour conformité au nombre maximal de 8 lettres par mot clef FITS. La même logique est reprise pour les colonnes saturées («SAT»).

<sup>3</sup>CTE : Charge Transfert Efficiency

registre de sortie<sup>4</sup> (FLAT)

→ **NLEDPIX**

L'emplacement du  $i^{\text{ème}}$  pixel lumineux et la région contaminée sont repérés par la position (X et Y) du pixel et le rayon (R) délimitant la zone touchée par ce fond plus haut.

→ **LEDPIXXi, LEDPIXYi, LEDPIXRi**

- Approximation grossière du nombre d'étoiles sur l'image (FLAT, IMG)

→ **NBSTAR**

- Estimation 1-D du seeing (IMG)

→ **SIGMAX, SIGMAY**

- Calibration photométrique relative, pour chaque champ indépendamment (IMG)

→ **COEFCAL, REFCAL**

---

<sup>4</sup>LED : Light Emitting Diode

## 2 Description sommaire des routines

Dans la suite, je considère que le registre de série est toujours situé en bas. Lors de la lecture du CCD, les charges sont ainsi d'abord transférées verticalement vers le bas puis horizontalement.

### 2.1 Flux moyen du CCD, état global du CCD

Le flag GOODCCD est mis à 0 si le flux moyen par pixel est trop faible ( $< 10$  ADU par pixel), ou trop élevé ( $> \text{valsat} - 10$  ADU par pixel), `valsat` étant la valeur de saturation lue dans l'entête FITS de l'image.  $1/\text{VitCCD}$  pixels sont considérés pour cette estimation (typiquement,  $\text{VitCCD} = 400$ ), où `VitCCD` est une des datacards lues dans le fichier «qualite.datacard».<sup>5</sup>

Les pixels «hors dynamique» (pour `FRACNUL` et `FRACSAT`) sont définis selon ces mêmes critères.  $1/\text{VitIMg}$  pixels sont considérés pour cette estimation (typiquement,  $\text{VitIMg} = 400$ ).

Le flag GOODCCD est également mis à 0 si la ligne 1024 est uniformément à 0 (donc non remplie), ce qui témoignerait d'un problème de shuffling.

### 2.2 Repérage des colonnes «hors dynamique»

Si plus de  $\sim 30\%$  (ie.  $1 - \text{FracOK}$ ) des pixels d'une colonne sont «hors dynamique» (selon le critère précédent), la colonne est notée comme étant mauvaise.  $1/\text{VitPix}$  pixels sont considérés pour cette estimation (typiquement,  $\text{VitPix} = 10$ ). La majorité des colonnes saturées sont dues à des étoiles très brillantes qui saturent localement quelques pixels. L'excès de charges contenu dans ces pixels déborde lors de la lecture du CCD et contamine ainsi une ou plusieurs colonnes.

### 2.3 Discontinuité dans le niveau de fond de ciel

Des discontinuités dans le niveau du fond, telles des colonnes plus brillantes ou plus faibles que la moyenne, peuvent provenir de défauts dans l'implantation du silicium, de l'électronique ou d'étoiles saturées. Ces discontinuités sont repérées dans l'histogramme du flux moyen par colonne après nettoyage en 3 passes des pixels hors dynamique et des valeurs extrêmes provenant des étoiles elles-mêmes ou des cosmiques.  $1/\text{VitPix}$  pixels sont considérés et le seuil de nettoyage est  $N_{\text{sigPix}} + 1 = 3\sigma$ . Sur cet histogramme nettoyé, une déviation de plus de  $N_{\text{SigCol}} = 3\sigma$  par rapport à la valeur la plus proche entre la moyenne des 3 colonnes (valides) précédentes et l'estimation du flux attendu d'après la tendance de ces 3 colonnes (afin de ne pas

---

<sup>5</sup>Par la suite, les divers paramètres mentionnés tels `VitIMg`, `VitPix`, `FracOK`, `NsigDetection...` sont tous des paramètres initialisés dans le fichier «qualite.datacard» dont un exemple est donné dans l'annexe A.

déclarer mauvaises des colonnes qui ne font que suivre un fond de ciel croissant, par exemple) reflète la présence d'une discontinuité et les colonnes correspondantes sont repérées individuellement.

## 2.4 Mauvaise efficacité de transfert de charges

Une faille dans l'implantation du silicium peut dégrader le transfert des charges au delà (par rapport au registre de lecture) de cette faille (cas du CCD 2 rouge, par exemple). Le RMS du flux par colonne est fortement augmenté dans les régions affectées par un tel défaut. Afin d'amplifier ce phénomène et d'en faciliter la détection, l'histogramme du RMS par colonne est rempli uniquement sur la portion du CCD opposée au registre de lecture (le quart supérieur du CCD seulement est utilisé). Une déviation de  $\text{FracJumpSig} = 1.4 \sigma$  seulement par rapport à la valeur moyenne de cette dispersion reflète la présence d'un problème de transfert de charges. Les colonnes délimitant la zone à problème sont alors repérées. Ceci étant un problème propre au CCD et à priori non modifié par la prise de données réelles, il n'est recherché que sur les flats et offsets, les étoiles ayant tendance à biaiser l'histogramme du RMS.

## 2.5 Pixels photo-luminescents

Certains pixels du registre de lecture sont photo-luminescents, ce qui crée un cercle de lumière durant la pose, et une légère traînée lors de la lecture du CCD. La traînée de lumière provenant de la lecture du CCD a un flux constant indépendant du temps de pose (puisque lié à la vitesse de lecture) ; elle est donc parfaitement soustraite lors de la réduction des données. Ce n'est cependant pas le cas du cercle de lumière, dont le rayon et l'intensité dépendent eux du temps de pose.

Les pixels photo-luminescents sont facilement détectés sur l'histogramme du flux par colonne pris sur quelques lignes seulement au voisinage du registre de lecture. Les niveaux seuil sont à  $N_{\text{sigDetection}} = 10 \sigma$  pour la recherche du centre de la sphère lumineuse et  $N_{\text{sigRayon}} = 3 \sigma$  pour la détermination du rayon contaminé. Cette recherche est plus efficace sur les flats/offsets que sur des images avec des étoiles.

## 2.6 Paramètres observationnels

Pour chacune des images prises, plusieurs caractéristiques observationnelles sont calculées : estimation grossière du nombre d'étoiles, seeing, valeur du fond de ciel et sigma de cette estimation.

Le fond de ciel et sa dispersion peuvent être estimés rapidement sur l'ensemble de l'image : le fond de ciel est donné par le mode de l'histogramme rempli avec les valeurs des pixels sur l'ensemble de l'image. La fluctuation du fond de ciel est donnée par le RMS de l'histogramme des différences entre la valeur d'un pixel et la moyenne des valeurs des 8 pixels qui l'entourent. A noter que «qualite» est passé

au Chili sur les données brutes. Le fond de ciel marqué dans l'entête FITS est alors celui mesuré sur l'image, corrigé de l'offset associé au CCD et donné dans PEIDA (offset, mesuré en Juin 96, obtenu par la routine GetOffset(img)). Cette soustraction de l'offset n'est évidemment pas effectuée si «qualite» est passé sur des images dont le code de traitement est «r» (pour Réduit).

Un calcul précis des autres paramètres observationnels nécessiterait plus de temps que ce qu'il est possible d'accorder à leur estimation. Ces informations sont donc calculées à partir de trois sous-images de dimension  $\text{DIMSSIMG} \times \text{DIMSSIMG}$  (soit  $200 \text{ pixels} \times 200 \text{ pixels}$  dans le cadre de l'acquisition des données), positionnées automatiquement par le programme «qualite» en dehors des régions affectées par les divers problèmes CCD mentionnés précédemment (lorsque cela est possible), et de sorte à tester la plus grande variété de comportement des divers paramètres (dans l'hypothèse où le gradient de variation de ces paramètres est monotone). La figure 1 illustre des possibilités de positionnement des sous-images.

POSITION OF SUB-IMAGES

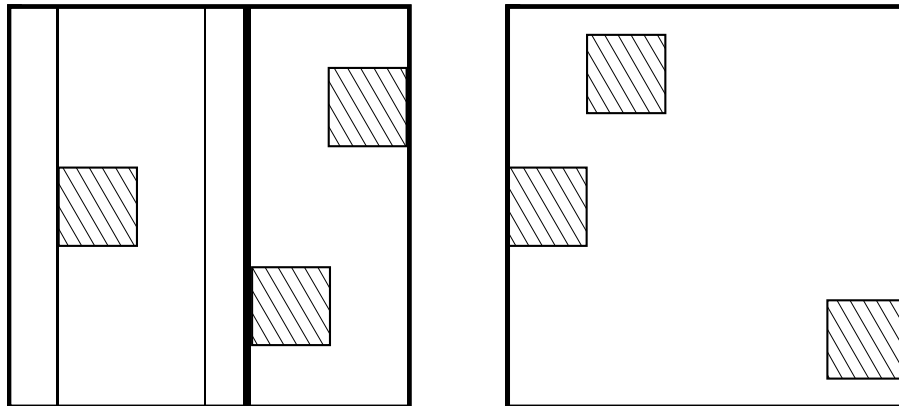


FIG. 1 – Positionnement des trois sous-images, en fonction du nombre et des emplacements des colonnes défectueuses, ici pour des sous-images de 400 pixels de côté, dans un CCD carré de 1024 pixels de côté. Les lignes verticales représentent les colonnes défectueuses évitées.

Sur les sous-images ainsi définies, un nombre approximatif d'étoiles (dont l'intérêt est surtout pour des comparaisons relatives d'une nuit à l'autre pour un même champ, la valeur absolue étant largement sous-estimée par rapport à ce qui est obtenu avec des détecteurs d'étoiles plus performants) à partir d'un détecteur très simple recherchant des maxima locaux au dessus d'un seuil de  $\text{ThresSeeing} = 1.2 \sigma$  par rapport au niveau des fluctuations du fond de ciel, dans des cercles de 4 pixels de côté. Ce nombre est ensuite renormalisé au CCD entier.

Sur ces mêmes sous-images, le seeing projeté selon deux axes (horizontal et verti-

cal) est calculé pour les étoiles les plus brillantes par ajustement d'une gaussienne.

## 2.7 Calibration photométrique relative

Finalement, «qualite» calcule également un niveau relatif d'absorption pour chaque champ, par rapport à une image de référence choisie comme étant la première prise sur ce champ là. Deux champs distincts ne seront donc pas nécessairement calibrés par rapport à une même nuit de référence. L'image de référence d'un champ donné restant toujours la même, cependant, l'intercalibration des champs demeure possible.

Le «coefficient d'absorption» est le rapport (à peu près constant) entre le flux des étoiles sur l'image courante et celui sur l'image de référence. Le détecteur d'étoiles utilisé est le même que celui décrit dans la section 2.6 mais avec un seuil de  $\text{ThresCalib} = 0.4 \sigma$ . Pour chaque image, l'information conservée est donc ce coefficient d'absorption (COEFCAL) et le nom de l'image de référence (REFCAL). Parce que ce calcul est tout de même assez long et nécessite de garder en mémoire, pour chaque champ, la liste de toutes les étoiles du champ avec leur position et leur flux, il n'est effectué que sur un seul CCD par champ, le CCD numéro  $\text{CCDCal} = 4$ . Il est mis à  $-1$  sur les autres CCDs, ou si le calcul a échoué.

## 3 Fichier log et informations écrites dans le bigbrother

### 3.1 Fichier log de «qualite»

La majeure partie des informations sur une image (c'est-à-dire toutes celles décrites précédemment sauf les listes exhaustives des colonnes touchées par des défauts) est stockée dans un fichier log, dont le nom est fabriqué à partir de la date EROS de l'image traitée (déduite de la clef FITS DATE-OBS) suivie de «r.log» ou «b.log» puisque les images rouges et bleues sont gérées parallèlement sur deux stations différentes. Un extrait de fichier log est donné pour exemple dans l'annexe B. Les informations «qualite» de toutes les images d'une même nuit et d'une même couleur sont donc dans le même fichier log. Il contient tout d'abord le numéro de version VQUAL du programme «qualite», incrémenté à chaque modification du programme (en novembre 1999,  $\text{VQUAL} = 3$ ), puis une ligne pour chaque CCD avec dans l'ordre :

- Le nom de l'image fits traitée
- L'heure de début de prise de l'image (à partir de la clef FITS TM-START)
- Le temps de pose (à partir de la clef FITS TM-EXPOS)
- Le numéro de CCD
- OK : la valeur de la clef GOODCCD
- Fond : la valeur de la clef FONDCIEL
- SigFond : la valeur de la clef SIGFOND
- PxNul% : 100 fois la valeur de la clef FRACNUL
- PxSat% : 100 fois la valeur de la clef FRACSAT

- NDeadC : la valeur de la clef DEADCOL
- NSatC : la valeur de la clef SATCOL
- NUpC : la valeur de la clef UPCOL
- NDwC : la valeur de la clef DNCOL
- NStar : la valeur de la clef NBSTAR
- SigmaX : la valeur de la clef SIGMAX
- SigmaY : la valeur de la clef SIGMAY
- Leds : la valeur de la clef NLEDPIX
- PbCTE : la valeur de la clef NPBCTE
- Cal : la valeur de la clef COEFCAL

### **3.2 Descriptif des informations rapportées dans le bigbrother**

A la fin de la nuit, juste avant l'envoi du bigbrother, une partie des informations des logs de «qualite» sont ajoutées à la fin du bigbrother de la nuit. Pour chaque image, seules les informations du CCD 4 sont indiquées (car c'est celui sur lequel est calculé le coefficient de calibration), afin de ne pas trop surcharger le bigbrother. Pour les images sont donc indiqués les composantes en X et Y du seeing, le fond de ciel et la dispersion du fond de ciel, les coefficients de calibration en rouge et en bleu.

Le seeing moyen de la nuit sur l'ensemble des images prises (toujours pour le CCD 4) est ensuite indiqué (pour les deux composantes X et Y et les 2 couleurs).

Enfin, la moyenne des niveaux (ie. fond de ciel) de tous les flats et offsets pris en début de nuit, ainsi que la moyenne des dispersions sur le niveau de l'offset (SIG-FOND pour les offsets) sont données, CCD par CCD. Les niveaux moyens sont indiqués par rapport à un niveau de référence : l'offset mesuré en Juin 96. Ceci permet de juger rapidement de la stabilité d'un CCD.

## A qualite.datacard

Exemple de fichier datacard pour le programme «qualite»

```
DEBUG level (0..3)
@DEBUG 1

CHOIX (bits a lever)
CHOIX      cqCCD  cqImg  cqCal  cqPix  cqUDCol  cqNStar  cqSeeing  cqLed  cqCTE
@CHOIXIMG  1      1      1      1      0        1        1        0      0
@CHOIXFLAT 1      1      0      1      1        1        0        1      1

QUALLOG 1 ou 0 (écriture ou pas du .log)
@QUALLOG 1

RECOSTAR ThresSeeing(en sigma) ThresCalib(en sigma) CCDCal(10=tous)
@RECOSTAR 1.2                    0.4                    4

DYNCCD ValNul ValSat
@DYNCCD 1 32000

PARCOL NsigPix NsigCol FracOK FracJumpSig
@PARCOL 2 3 0.7 1.4

PARLED NsigDetection NsigRayon
@PARLED 10 3

VITESSE VitCCD vitIMg vitPix
@VITESSE 400 400 10

DIMSSIMG : dimension des sous-images
@DIMSSIMG 200

Parametres de l'ajustement numerique en 1D
FIT1D NSample NbProj NbPasSig SigMin SigMax NbPasPos PosMin Pos-
Max FlagTabul
@FIT1D 9 3 100 0.3 4.3 100 1.5 7.5
```

## B Fichier log de «qualite»

Extrait d'un fichier log de «qualite» : 9k23r.log. Bien que toute l'information pour un CCD soit marquée sur une seule ligne dans le fichier log, elle est reportée ici sur deux lignes pour une meilleure lisibilité.

VQUAL 3

Nom	Heure	TPos	CCD	OK	Fond	SigFond	PxNul%	PxSat%	NDeadC	NSatC
obscc01trb9k230	21:00	0	1	1	437	5.1	0.000	0.000	0	0
lm06804trb9k2326	01:02	300	4	1	6116	76.1	0.000	0.112	0	0

NUpC	NDwC	NStar	SigmaX	SigmaY	Leds	PbCTE	Cal
3	1	10608	-1	-1	2	0	-1.00
0	0	8296	1.45	1.54	-1	-1	0.79