

**Il telescopio Simbol–X:  
note per l'uso del simulatore ASI/ASDC**

*INAF/IASF–Bologna  
Internal Report n. 519/2008*

L. Raimondi

- il fattore di conversione tra flusso (in unità di  $\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e conteggi (in unità di  $\text{counts cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).
- dimensioni del pixel in arcsec
- dimensioni del campo di vista (FOV) in arcmin.
- coefficiente di approssimazione parabolica per l'effetto vignetting.
- flag psf (variabile che imposta come viene trattata la variazione della psf fuori asse, vedi sezione 3.2).

## 2.2 Output

L'output è costituito da un file *fits* così strutturato:

- Header: contenente le informazioni generali relative al run di simulazione
- Una serie di estensioni contenenti le immagini ottenute. Le matrici hanno:
  - in X la coordinata spaziale X del fotone rivelato
  - in Y la coordinata spaziale Y del fotone rivelato
  - in Z il valore dell'energia del fotone rivelato nella posizione (X,Y), (vedi sezione 3.2)
- Le immagini sono riferite ad una banda energetica corrispondente alla matrice di risposta dello strumento oggetto della simulazione (SDD 0.5–30 keV, CZT 5–100 keV), convoluta con la risposta delle ottiche.

Un diagramma di flusso semplificato del simulatore è mostrato in figura 1

## 3 I parametri di input

I parametri principali di input sono: il seed, la PSF, la  $\log N - \log S$ , il background.

### 3.1 Seed

Nella versione del simulatore utilizzabile mediante l'interfaccia web viene richiesto il seed. Il seed è un numero che permette di fornire al programma un elemento esterno che rende ulteriormente casuale l'algoritmo di simulazione.

- seed > 0  
il software, in tutte le sue operazioni in cui è richiesta una randomizzazione, utilizzerà questo valore come base generatrice della casualità. Per necessità del codice questo numero deve essere arbitrariamente grande e dispari, per cui il codice lo trasforma comunque in un numero grande e dispari. Quindi nel caso di seed maggiore di 0, mantenendo fermi gli altri parametri, avremo sempre le stesse simulazioni.

- la banda energetica di riferimento.

La normalizzazione della funzione 1 è stata quindi data, in modo discreto, dipendente da tre valori per la distanza e da tre valori per l'energia, risultando così in totale 9 fattori di normalizzazione e di conseguenza 9 matrici. Queste matrici sono collegate nei parameters files nei quali è presente anche una variabile fissata, chiamata *flag\_psf*, che definisce la dipendenza della psf dall'energia e dal vignetting.

- *flag\_psf* = 0 : La PSF è fissa per tutto il campo ed è indipendente dall'energia.
- *flag\_psf* = 1 : PSF con tre valori dipendenti dalla distanza dal centro del FOV e indipendenti dall'energia: per la zona centrale (variabile *intr*), per la zona intermedia (variabile *mid*), per la zona esterna (variabile *out*); per un totale di tre matrici.
- *flag\_psf* = 2 : PSF dipendente dalla distanza e dipendente dall'energia ( i tre valori con la distanza suddivisi in tre bande energetiche); per un totale di 9 matrici.

Il simulatore attualmente è impostato con *flag\_psf* = 2.

### 3.3 logN–logS

Dai parameters files vengono presi i dati necessari per la derivazione della logN–logS extragalattica, che viene calcolata tenendo conto di cinque modelli a diversi  $N_H$ . La procedura di calcolo è la seguente:

- calcolo del numero delle sorgenti e della loro intensità. Viene cioè presa la curva di distribuzione (legge di potenza), numero di sorgenti in funzione del flusso, ottenuta da osservazioni con INTEGRAL e la relativa normalizzazione.
- vengono adottati cinque modelli spettrali tutti con andamento a legge di potenza con indice fotonico  $\Gamma = 1.9$  e colonna di assorbimento  $N_H$  diversa per ogni modello, pari a  $1 \times 10^{21}$ ,  $5.5 \times 10^{21}$ ,  $5.5 \times 10^{22}$ ,  $5.5 \times 10^{23}$ ,  $1 \times 10^{24}$  espresse in  $\text{cm}^{-2}$ .
- viene utilizzata la subroutine *spectrum\_conv*, che accede poi alle librerie dell'*Headas*, per trasformare i flussi in conteggi, tenendo conto dei modelli, della PSF e della risposta dello strumento.
- una volta generate le sorgenti della logN–logS, queste vengono distribuite spazialmente, casualmente, nel campo di vista che viene fissato a seconda del valore della variabile *ifrand* (come vedremo nella sezione 4).

In caso in cui sia stato caricato un catalogo di sorgenti puntiformi, è possibile utilizzare un filtro che decide il limite superiore del flusso delle sorgenti generate dalla logN–logS, escludendo quindi quelle più intense (vedi schema di figura 1).

- il catalogo delle sorgenti estese è richiamato dal parameters file, quindi il nome viene fissato a priori. Allo stato attuale viene richiesto un file ASCII chiamato *clusters\_template.dat*.

## 5.1 Catalogo sorgenti puntiformi

Nel catalogo delle sorgenti puntiformi devono essere inseriti i parametri richiesti dal simulatore secondo un certo formato. Questi dati richiesti sono:

- anno di riferimento delle coordinate (e.g. 2000).
- banda energetica a cui si riferisce il valore del flusso della sorgente (occorre tener ben presente la banda energetica in cui viene calcolato il flusso, questa deve essere compatibile con la matrice di risposta dello strumento oggetto della simulazione).
- coordinate RA e Dec della sorgente in unità di grado.
- flusso della sorgente in unità di  $\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
- Lo spettro della sorgente può seguire 4 modelli:
  - legge di potenza
  - legge di potenza a due indici
  - Raymond–Smith
  - Bremsstrahlung
- colonna di assorbimento di Idrogeno (espressa in  $\text{cm}^{-2}$ )
- tre parametri del modello spettrale (diversi a seconda del tipo di modello, vedi tab 1).

Il formato che il simulatore legge è quello riportato nel seguente esempio di catalogo di sorgenti puntiformi per SDD:

cui viene calcolata la brillanza superficiale centrale, questa deve essere compatibile con la matrice di risposta dello strumento oggetto della simulazione).

- coordinate RA e Dec della sorgente in unità di grado.
- brillanza superficiale centrale della sorgente in unità di  $\text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{arcmin}^{-2}$ .  
Il simulatore genera una sorgente estesa distribuendo radialmente la brillanza secondo un profilo di King a singolo  $\beta$ , ricordiamo che la brillanza superficiale è data da:

$$\Sigma = \Sigma_0 \left[ 1 + \left( \frac{R}{R_c} \right) \right]^{-3\beta+0.5}$$

dove  $R_c$  è il raggio di core della distribuzione e  $\Sigma_0$  è la brillanza superficiale centrale richiesta nel catalogo.

- raggio di estensione della sorgente in unità di arcmin
- raggio di core della sorgente in unità di arcmin
- parametro  $\beta$  del profilo di King
- Lo spettro della sorgente può seguire 3 modelli:
  - legge di potenza
  - mekal
  - Bremsstrahlung
- colonna di assorbimento di Idrogeno (espressa in  $\text{cm}^{-2}$ )
- quattro parametri del modello spettrale (diversi a seconda del modello adottato, vedi tab 2).

Il formato che il simulatore legge è quello riportato nel seguente esempio di catalogo di sorgenti estese per SDD:

- DET: definisce il tipo di detector
- FITS: definisce il tipo di file di output
- OUT: definisce il nome del file di output
- EXPO: definisce il tempo di esposizione
- CAT: definisce il nome del catalogo delle sorgenti puntiformi da caricare in input

Vediamo quattro esempi di stringhe di comando in riferimento ai cataloghi visti nella sezione 5:

- per le sorgenti puntiformi

```
1) SIM/SAT=SIMBOLX/DET=SDD/FITS/OUT=POINT_SDD/EXPO=500000/CAT=POINTLIKE.TEMPLATE.DAT
2) SIM/SAT=SIMBOLX/DET=CZT/FITS/OUT=POINT.CZT/EXPO=1000000/CAT=POINTLIKE.TEMPLATE.DAT
```

- per le sorgenti estese

```
3) SIM/SAT=SIMBOLX/DET=SDD/FITS/OUT=EXT_SDD/EXPO=500000/CAT=POINTLIKE.TEMPLATE.DAT
4) SIM/SAT=SIMBOLX/DET=CZT/FITS/OUT=EXT.CZT/EXPO=1000000/CAT=POINTLIKE.TEMPLATE.DAT
```

Possiamo vedere le simulazioni relative a queste stringhe di comando nelle figure 2, 3. Da notare che i tempi di esposizione, pensando di fare simulazioni confrontabili, devono tenere conto del tempo morto dell'SDD del 50%. Questo significa che per una osservazione di 1Ms con CZT avremo una osservazione di 500ks con SDD.