Live Joint Imaging: quando l'unione fa la forza

Riprendere foto astronomiche con strumenti diversi e da siti diversi e poi fonderle insieme: **solo tecnica, moda o necessità?**

di Alessandro Falesiedi

Inquietanti origami vermigli di un Sole che occhieggia sempre più basso tra gli alberi all'orizzonte danzano sulle dure pietre dell'edificio principale dell'Osservatorio del Monte Rufeno (VT).
Mentre il giorno muore, vivissima invece è l'attività di un gruppo di misteriosi individui, celebranti l'avanzare di una limpida notte estiva con una danza quasi frenetica attorno agli strumenti che sull'ampio piazzale panoramico attendono di ingoiare luce proveniente dall'infinito.
Coloriture a parte, potrebbe sembrare una semplice sessione fotografica notturna che sta per iniziare. Tuttavia, solo chi è abituato a nutrire i propri sogni e i propri sensori di luce stellare sa bene quanto difficile sia organizzare una sessione di ripresa, la cui riuscita è legata fatalmente a infinite variabili familiari, professionali, di salute... per non parlare poi della spesso sfavorevole situazione meteorologica.
Di fronte a tale incertezza, molti comprensibilmente, si arrendono, optando per la comodità di un osservatorio privato, oppure per una ripresa in remoto, magari utilizzando un telescopio installato in Australia. Non tutti, però, hanno la disponibilità economica o di spazio per ricorrere a queste soluzioni. Altri, più semplicemente, non vogliono abbandonare il contatto a pelle con il cielo e con gli altri: la condivisione di una comune passione in effetti è una cosa bellissima.

Quando l'unione fa la forza

Come fare allora per far rendere al massimo le poche ore che riusciamo a passare sotto buoni cieli?
La soluzione proposta sembrerà banale, dato che l'espressione *Live Joint Imaging* significa semplicemente fare foto insieme e unire i dati raccolti, per ottenere immagini più profonde e dettagliate. Questo però rappresenta solo l'inizio, poiché le possibilità offerte da questa tecnica sono veramente numerose.
La modalità più semplice per realizzare una *Joint Imaging* è quella di sommare (o mediare, a seconda dei casi) le riprese ottenute da



Da sinistra a destra, il team di ripresa: Alessandro Falesiedi, Alessandro Milani (noto come Elio), Mario Lovrencie, insieme ad Andrea Vagni e Graziano Dominici dell'associazione Nuova Pegasus (www.nuovapegasus.it) dell'Osservatorio del Monte Rufeno. Sono visibili anche due dei tre strumenti che hanno svolto la *Joint Session*.



Da sinistra a destra, Alessandro Milani, Alessandro Falesiedi (dietro il tubo ottico) e Mario Lovrencie in una fase di allestimento strumentale.

Contenuto digitale concesso in licenza a: Mario Lovrencie

più operatori, in momenti e con sistemi ottici differenti e senza alcuna coordinazione preventiva. Questo però limita l'applicazione a un numero esiguo di soggetti ben noti e quindi molto fotografati, di cui si possono facilmente recuperare le immagini.
Se, invece, si desidera produrre immagini profonde di qualsiasi oggetto celeste, è necessaria un'attività di sincronizzazione preventiva; allora l'immagine nascerà prima nella mente del team che poi dovrà operare sul campo. In tal caso, si può parlare di una vera e propria "sessione coordinata di ripresa", una *Joint Session*.
Nel mio caso, il team è composto dal sottoscritto e da due amici, nonché valenti *imager*, Alessandro Milani e Mario Lovrencie, che hanno collaborato non solo alla realizzazione delle immagini che corredano questo articolo, ma anche - in perfetto stile *Joint* - alla stesura dei testi che lo compongono.
La programmazione ha inizio con la scelta del soggetto da riprendere, tramite una consultazione in rete. La scelta non dipende solamente dai gusti personali; vengono infatti considerati numerosi altri elementi come la visibilità del target dal sito scelto, la strumentazione disponibile, il tipo di serata in termini di trasparenza o di *seeing*, l'eventuale presenza di disturbo lunare.
È fondamentale la composizione artistica, ovvero come il soggetto o la regione scelti vengono posizionati all'interno di un campo che deve essere comune a tutti gli operatori. In base al *setup* strumentale scelto, è possibile anche dividersi i compiti: alcuni si concentrano solamente sulla raccolta del segnale luminoso, mentre altri (per esempio chi possiede una reflex digitale) riprendono solamente i "dati colore".



Gli strumenti impiegati per la ripresa, accanto al team fotografico. Sullo sfondo, l'Osservatorio del Monte Rufeno con la cupola del Cassegrain da 60 cm sul tetto.

Insomma, è un po' come quando si deve intraprendere un viaggio in compagnia: la preparazione in comune dell'itinerario rafforza l'empatia e la sinergia del gruppo e conferisce ai suoi componenti la sensazione di avere già iniziato l'avventura in comune.

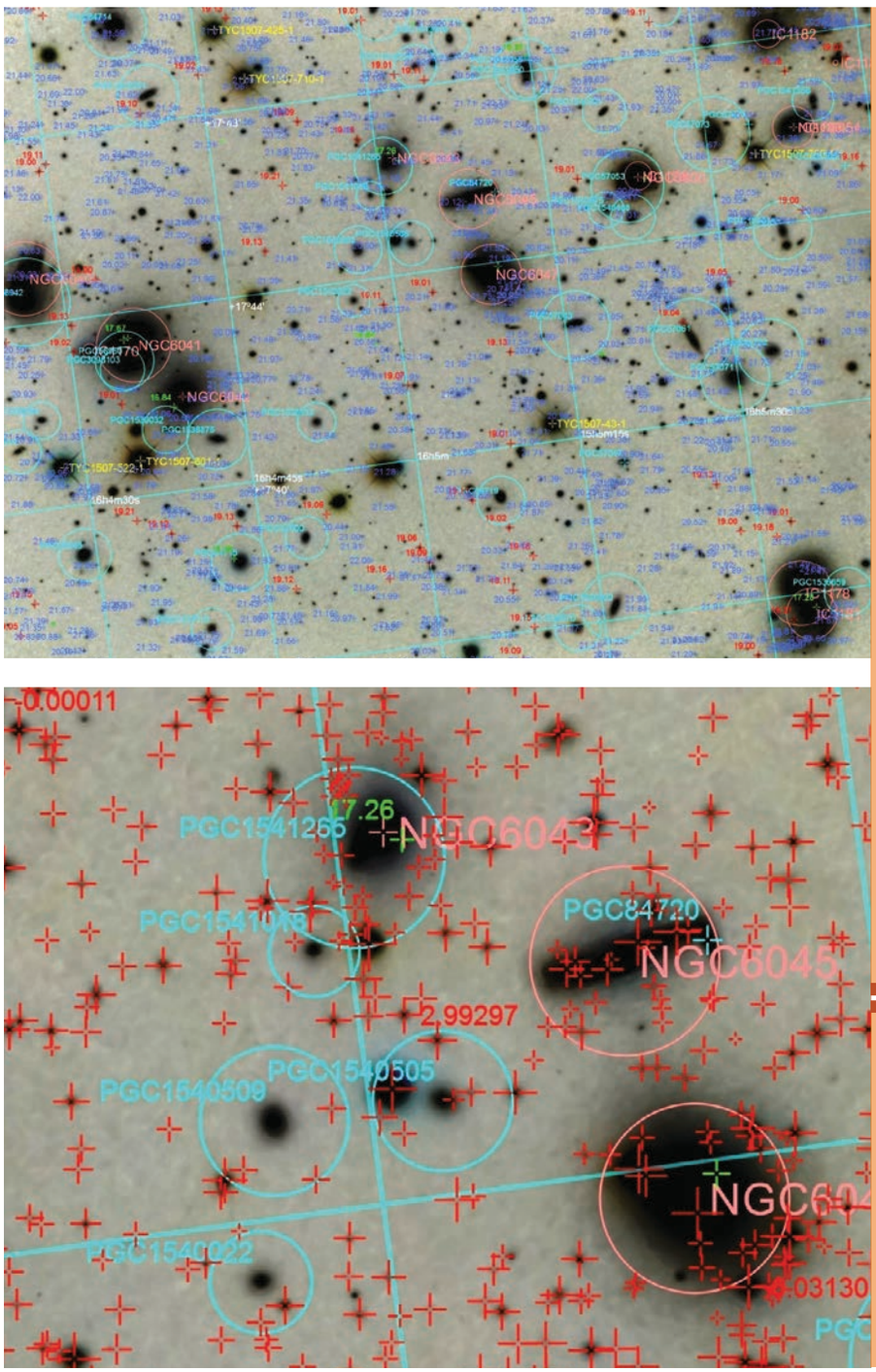
La nascita di una *Joint Image*

Una volta scelto il soggetto, definita la sua composizione artistica e decisa la ripartizione dei compiti, si può decidere se riprendere in differita la stessa immagine, oppure se condividerla sotto lo stesso cielo. Quest'ultima modalità, che continuando con le anglofonie, si definisce *Live Joint Imaging*, è sicuramente quella che preferisco, perché così ci si sente veramente parte di una squadra.
Dopo aver raccolto delle buone immagini, opportunamente calibrate mediante la sottrazione del rumore di lettura (*bias noise*) e di quello termico, nonché applicando ad esse un buon flat field, non è semplice mettere a registro le riprese ottenute da diverse ottiche. Per fortuna, molti *software* (come *Registar* e *Pixinsight*) riescono a compiere questa operazione, grazie a potenti algoritmi. Ma questo è possibile anche manualmente con *Photoshop*, grazie al comando *Modifica-Trasformazione libera*, variando i parametri numerici relativi alle dimensioni verticali e orizzontali dell'immagine da registrare.



L'ammasso di galassie Abell 2151, distante 500 milioni di a.l. nell'Ercole. Probabilmente risultato da fusioni di ammassi più piccoli, è ricco di galassie molto diverse tra loro, alcune in formazione, altre tormentate dall'interazione reciproca. Poche le galassie ellittiche povere di gas e polveri e quindi incapaci di dare vita a nuovi astri. I colori mostrano la formazione stellare nelle galassie con una tinta blu, mentre le popolazioni meno giovani hanno una gradazione più vicina al giallo. Celestron 11 HD f/7,3 (riduttore Takahashi) su Avalon M1 Fast Reverse; camera SX H694 *binning* 2x (-5°), filtri Baader IR/UV cut, guida *off axis* Proxima LB Astro & Lodestar X2. Luminanza 13,4 h (Falesiedi), crominanza 7 h (Milani, Lovrencie). Elaborazione: *Astroart, PHD Guiding, Chartes Du Ciel, Avalon Star Go.* SQM-L 21,1.

Contenuto digitale concesso in licenza a: Mario Lovrencie



In alto: l'immagine di Abell 2151 è stata esaminata, dopo un'accurata riduzione astrometrica, con i cataloghi SDSS (blu), PPMXL (verde), PGC (celeste), USNO (rosso). Da tale esame viene confermata la notevole profondità dell'immagine, in quanto risulta addirittura superata la magnitudine 21 sugli oggetti diffusi.
In basso: il dato più sorprendente, emerso dall'esame dell'immagine di Abell 2151, è ben visibile in un ingrandimento delle regioni centrali dell'ammasso: si tratta del rinvenimento del quasar QSO J1605+1745, individuato quasi al centro dell'immagine dal valore del suo $z = 2{,}99297$, che significa una distanza compresa tra i 7 e i 10 miliardi di a.l.

LA SINCRONIZZAZIONE DEI CAMPI

Uno degli aspetti più impegnativi, quando si affronta una sessione di *Joint Imaging*, è la sincronizzazione dei campi ripresi dagli strumenti utilizzati. Questo significa avere la stessa inquadratura sia in termini del "centro lastra", individuato tramite le coordinate celesti (AR e Dec.), sia in termini di angolo di campo (la rotazione in gradi rispetto al riferimento convenzionale dei campi astronomici, con il nord in alto e l'est a destra).
La procedura che abbiamo collaudato consiste nell'eseguire l'inquadratura (individuata tramite un software planetario) con la strumentazione con campo più piccolo, del quale vengono definite le coordinate e l'angolo di rotazione. Il calcolo di questi valori si può eseguire sia con *software* commerciali che *freeware* (come *Astrotortilla*).
Se si ha a disposizione un collegamento Internet, si può utilizzare il potente sistema di *plate solving* offerto dal sito *Astrometry.net*.
Se la determinazione del plate solving non è disponibile, le inquadrature dovranno essere eseguite manualmente, confrontando i campi stellari inquadrati. Però, questo metodo costringe tutti gli operatori a scambiarsi fisicamente i dati di ripresa (a meno che non si sia costituita una rete locale), e durante la notte è meglio evitare che ci siano persone vaganti intorno all'attrezzatura con chiavette USB in mano!

Per conferire maggiore rigore scientifico a tutto il procedimento, conviene riferire l'allineamento delle immagini a una di riferimento, calibrata astrometricamente in modo da assegnare a ogni pixel un riferimento in termini di coordinate celesti. Questo procedimento è spiegato nell'ottimo *tutorial* di Alessandro Milani disponibile su *fotodistelle.it* al **link http://goo.gl/tzquI0**.
Terminata questa fase, ci si può dedicare all'elaborazione vera e propria (magari anch'essa condivisa), applicando le tecniche che si preferiscono, al fine di esaltare il segnale ottenuto in termini di profondità e definizione, fino a ottenere l'immagine finale.

Un'esperienza personale

Siamo intorno a un tavolo, nel salone principale dell'Osservatorio del Monte Rufeno, ospiti dell'Associazione Scientifica Nuova Pegasus che lo gestisce. Gli strumenti sono pronti all'esterno: sono il Newton auto-costruito di Mario, il C11 dell'autore e il RC da 20 cm di Alessandro (questi ultimi installati su montature monobraccio Avalon M1).
Siamo indecisi sul soggetto, ma poi la scelta cade sul lontanissimo ammasso di galassie Abell 2151 in Ercole (fossi stato da solo a riprendere, non avrei di certo scelto un soggetto tanto lontano e debole!).

Il buio avanza e insieme ad esso sale un fastidioso vento da nord, le cui raffiche vengono assorbite dalla fida M1, che rispondendo immediatamente e con *backlash* nullo ai repentini spostamenti della stella guida in una sorta di incredibile guida adattiva, nonostante i 25 kg con i quali è caricata, consente ugualmente di procedere nella mia sessione. Tuttavia, la presenza di velature costringe a ottenere poco segnale per un soggetto così impegnativo.
Il resto della nottata passa tranquilla nei comodi e caldi letti dell'Osservatorio, mentre le montature monobraccio seguono con precisione il movimento della volta

Contenuto digitale concesso in licenza a: Mario Lovrencie



La nebulosa brillante LBN 442 (*Lynds Bright Nebulae*) nella costellazione della Lucertola. Ottiche: Pentax 75 SDHF, Takahashi FSQ85EDX, Leica Apo Telyt 180. Montature: n. 2 Avalon M1 Fast Reverse, Az EQ6; camere di ripresa: SX H694 unb., SBIG 8300, Canon 60D CDS. Siti di ripresa (agosto 2014): Manciano (GR) e Monte Rufeno (VT). Pose: L 10 h, RGB 5 h. Elaborazione: Iris, AstroArt. SQM-L: 21,4. Autori: Mario Lovrencie e Alessandro Milani.

IL CAMPIONAMENTO

Il concetto di campionamento, che si misura in secondi d'arco al pixel ("/pixel), mette in relazione alcuni parametri strumentali, come la dimensione del pixel del sensore e la focale utilizzata, con la dimensione che avrà il più piccolo particolare rivelabile dal *setup* di ripresa.

Innanzitutto, occorre determinare il potere di separazione angolare dello strumento. Se *D* è il diametro in millimetri dell'ottica, il potere di separazione *a*(") in secondi d'arco è dato da:

a(") = 120 / *D*

Ora si è in grado di capire se il sensore utilizzato (di reflex digitale o di CCD) è in grado di sfruttare al massimo il potere risolutivo dello strumento ottico a cui è applicato.

Per esempio, questa formula determina che uno strumento di 200 mm di apertura non può rivelare dettagli più piccoli di 0,6"; perciò, bisogna che tale dimensione angolare cada su ogni pixel del sensore fotografico. In realtà, le cose sono un pochino più complicate per "colpa" di Harry Nyquist, un fisico statunitense di origine svedese.

Nyquist ha stabilito che la frequenza minima di campionamento di un segnale deve essere almeno doppia della massima frequenza del segnale. Pertanto, il minimo dettaglio rivelabile dal nostro strumento (quello definito dal potere separatore) deve cadere almeno su due pixel adiacenti (secondo altri, sono necessari addirittura quattro pixel).

Il campionamento ideale risulterà quindi la metà della risoluzione teorica del telescopio: nel caso esaminato, 0,3" su ogni pixel.

Per ottenere questi valori, occorre usare focali molto elevate, forse troppo per la media delle montature in commercio. Paradossalmente, viene in aiuto il nemico numero uno di ogni *imager* ovvero il *seeing*, la turbolenza atmosferica. Per via di questo effetto, la risoluzione massima possibile è determinata non tanto dall'accoppiata ottica-sensore, quanto dalle condizioni atmosferiche della serata.

Nel nostro Paese, raramente si hanno condizioni meteo che consentono di rivelare dettagli più piccoli di 3", indipendentemente dallo strumento utilizzato. Di conseguenza, seguendo il criterio di Nyquist, bisogna esporre 1,5" su ogni pixel. La lunghezza focale necessaria si ottiene con la formula:

F = 206265 x *d* / C

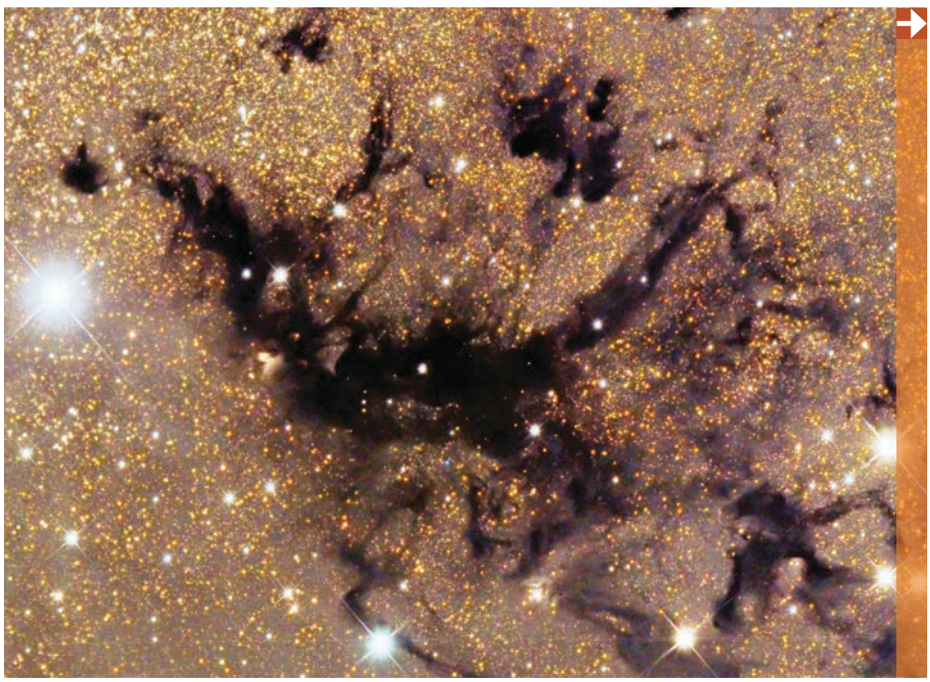
Dove d è la dimensione del pixel e C il campionamento che vogliamo ottenere (nel nostro caso, 1,5"/pixel).

Come risultano utili queste considerazioni per organizzare una *Joint Session?*

Ogni partecipante alla sessione comune conosce i dati utili del proprio *setup* di ripresa, che quindi sceglierà sia in base alle caratteristiche atmosferiche della serata e del soggetto da riprendere, sia in base… agli altri strumenti del team. Non avrebbe senso, per esempio, riprendere a 2 metri di focale, mentre altri riprendono con obiettivi fotografici, perché magari una serata ventosa e instabile non permette di ingrandire più di tanto gli oggetti celesti.

L'ideale in una Joint Session è di avere una minima omogeneità delle principali caratteristiche tecniche dei setup impiegati, in termini di focale, di potere risolutivo e di campo inquadrato. Differenze marcate tra questi elementi possono poi essere ridotte in sede in elaborazione dati, ma entro certi limiti.

Contenuto digitale concesso in licenza a: Mario Lovrencie



In *silhouette* contro la debole luce delle stelle della Via Lattea, le nubi molecolari oscure del *Rift* dell'Aquila contengono materia prima per formare centinaia di migliaia di stelle. Questo settore del complesso, identificato come LDN 673, si trova a una distanza di circa 600 a.l. e si estende su circa 10 a.l. Ottiche: Celestron C11 HD, Newton autocostruito da 250 mm, Takahashi FSQ 85ED. Pose: L 10,7 h (Lovrencie e Falesiedi, con filtri Baader IR/UV cut); RGB: 3,1 h (Milani). Camere di ripresa: Starlight Xpress H694 (-15° C. bin 2x), SBIG ST 8300, Canon EOS 60Da.

celeste. Ricordiamo che queste montature non richiedono l'inversione del tubo ottico al meridiano, garantendo così delle sessioni fotografiche da orizzonte a orizzonte in maniera totalmente automatica senza alcun intervento né umano né di *software*.
Unire poi a casa i dati raccolti quella notte è fonte di grande emozione: sul monitor appaiono miriadi di galassie; alcune interagenti, altre con strani ponti di materia.
Ottenuta l'immagine finale, si decide (sempre in stretto stile *Joint*) dove e come condividerla, ma notando la notevole profondità raggiunta, decidiamo di approfondire la sua analisi. Utilizzando i più noti cataloghi astronomici, diviene chiaro come le sorgenti luminose non stellari più deboli sfiorino la magnitudine 22. Una frontiera che solo 10 anni fa sarebbe stata appannaggio esclusivo di strumentazione professionale!
Tale profondità, oltre a mettere in rilievo strutture peculiari come quella relativa alla IC 1182 (visibile in alto a destra nell'immagine di Abell 2151), generata da un getto di materia espulso dalla galassia madre a seguito di spaventose interazioni mareali, ha reso possibile carpire la flebile luce di diversi quasar (tra i quali il QSO J1605+1745), che con un *redshift* (spostamento verso il rosso delle righe spettrali) pari a 2,99, risulta collocabile a una spaventosa distanza compresa tra i 7 e i 10 miliardi di anni luce!



Altri oggetti ripresi con la tecnica del *Joint Imaging*. Qui la nebulosa IC 1396 nel Cefeo e la cometa Jacques (in alto a sinistra). Luminanza (Falesiedi) di 11,5 h (filtro H-alpha Baader 7 nm) con obiettivo Leica Telyt 180 mm e CCD Starlight H694, crominanza di 9,3 h (Milani, Lovrencie), Takahashi FSQ 85 mm e Canon EOS 60D.

Non solo estetica

Il metodo descritto è stato applicato alla realizzazione di un'immagine con finalità puramente estetiche. Tuttavia, sono molteplici le applicazioni possibili: si pensi, per esempio, alla possibilità di realizzare in contemporanea ampi mosaici in alta risoluzione, oppure la simultanea ripresa multispettrale di corpi del Sistema Solare, fino alla determinazione della posizione dei corpi minori attraverso il calcolo della parallasse.
È possibile inoltre realizzare riprese profonde di soggetti in rapido movimento, come le comete, o che rendano possibile la scoperta e lo studio fotometrico di novae o supernovae extragalattiche, oppure la rivelazione di debolissimi ponti o archi di materia che testimoniano fenomeni di interazione gravitazionale (o addirittura di fagocitosi) tra galassie.
Insomma, le possibilità del *Joint Imaging* sono limitate solo dalla nostra fantasia. Con la sicurezza che, grazie al team, se qualcosa dovesse andare storto (come non poche volte purtroppo accade), non avremo buttato una serata faticosamente strappata agli impegni oppure a un meteo inclemente.
In conclusione, oltre a essere umanamente appagante, il *Joint Imaging* ci mette in grado di ottenere con maggiore facilità dei risultati rimarchevoli anche con strumentazione non professionale. Chissà a quando il primo *One Object Star Party* italiano?

Nato a Viterbo nel 1972, ***Alessandro Falesiedi*** *si occupa di astronomia fin dalla nascita. Dal 2005, ha intensificato l'attività fotografica. Suona chitarra e pianoforte e compone brani musicali. Cerca di approfondire il pensiero appartenente a varie religioni. Ha un sito all'indirizzo* ***www.alessandrofalesiedi.it***

Contenuto digitale concesso in licenza a: Mario Lovrencie