



**HAL**  
open science

## Elaboration d'un outil d'acquisition RTI open source (Reflectance Transformation Imaging)

Jean-Charles Méaudre, Mickael Bouhier

► **To cite this version:**

Jean-Charles Méaudre, Mickael Bouhier. Elaboration d'un outil d'acquisition RTI open source (Reflectance Transformation Imaging). Colloque international Corpus, Caen, Mar 2023, Caen, France. hal-04050555

**HAL Id: hal-04050555**

**<https://hal.science/hal-04050555>**

Submitted on 29 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Elaboration d'un outil d'acquisition RTI open source (Reflectance Transformation Imaging)

MÉAUDRE Jean-Charles\*, BOUHIER Mickael\*\*

\* UMR 7065 IRAMAT-LAPA, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay - jean-charles.meaudre@cea.fr

\*\* UMR 3685 NIMBE-LAPA, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay / Télécom Paris, Institut Polytechnique - mickael.bouhier@telecom-paris.fr

La **Reflectance Transformation Imaging (RTI)** est une méthode basée sur la compilation de clichés dont la seule variable est l'orientation de la source lumineuse. Elle constitue l'une des applications de la *Polynomial Texture Mapping (PTM)* élaborée par Hewlett-Packard<sup>1</sup>. Cette technique est destinée à mettre en évidence des états de surface par des jeux d'ombres et de lumières en attribuant une normale à chaque pixel<sup>2</sup>. L'utilisateur peut ensuite visualiser le résultat sous forme de fichier dynamique en appliquant une lumière dite « naturelle » ou des filtres<sup>3</sup>. Les domaines d'application en archéologie sont vastes, mais son application au petit mobilier en tant qu'outil de routine requière une automatisation de l'acquisition.



Cliché en ouverture longue compilant les stations de la source lumineuse



Denier de Raimond IV (1314-1340), Castel-Minier (09). Clichés « traditionnels » en lumière rasante et instantanés obtenus sous *RTIViewer* (filtre *Specular Enhancement*)

- 1 T. Malzbender, D. Gelb, H. Wolters, *Polynomial Texture Maps*, 2001 <http://www.hpl.hp.com/research/ptm/papers/ptm.pdf>
- 2 *RTIBuilder* [http://culturalheritageimaging.org/What\\_We\\_Offer/Downloads/Process/index.html](http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/Process/index.html)
- 3 *RTIViewer* [http://culturalheritageimaging.org/What\\_We\\_Offer/Downloads/View/index.html](http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/View/index.html)

Pour rendre cette technique rapide et accessible, nous avons développé un outil d'acquisition automatisé, évolutif et peu coûteux. Le dispositif **HASOR (Handheld Acquisition System Open RTI)** se distingue par l'utilisation d'un bras motorisé doté de six LEDs haute intensité et non d'un dôme. Cette approche permet de réduire le coût, la difficulté de fabrication et l'encombrement. Le paramétrage et le déclenchement de l'acquisition se font via un écran LCD. Il est possible de choisir l'intensité et la durée d'éclairage des LEDs, la vitesse de déplacement du bras ou encore le nombre de stations. Le déclenchement de l'appareil photographique est synchronisé.



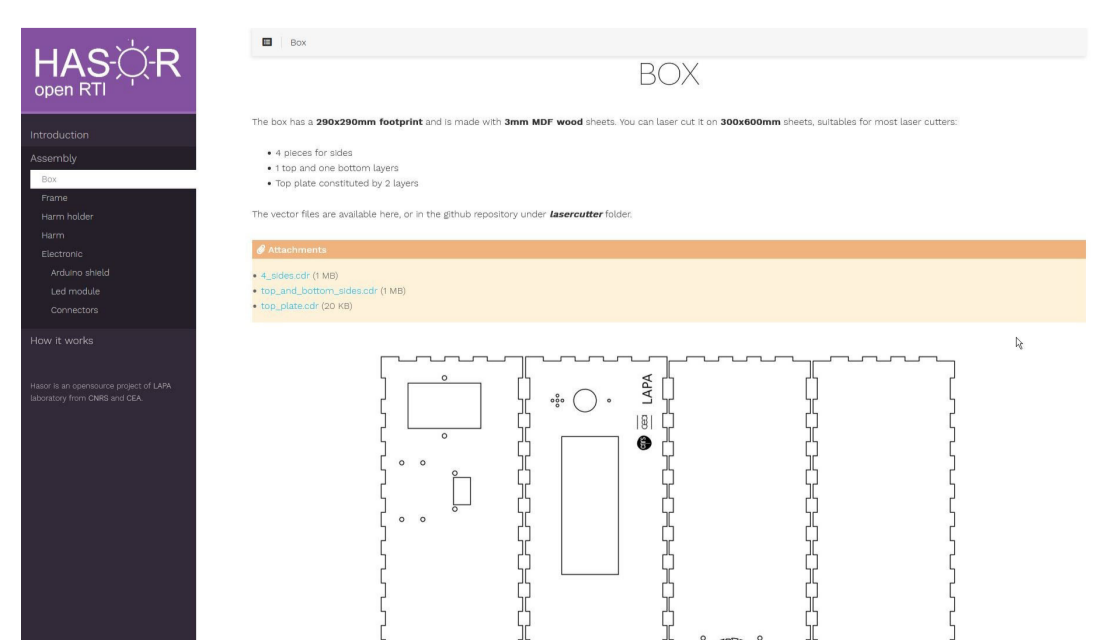
Vues générales du dispositif **HASOR**



Afin de s'adapter au sujet, le dispositif peut accueillir un bras motorisé de plus grande dimension. De plus, pour anticiper les futurs besoins, le dispositif électronique est prévu pour accueillir un plus grand nombre de LEDs et des LEDs RGB destinées à l'acquisition multi-spectrale.

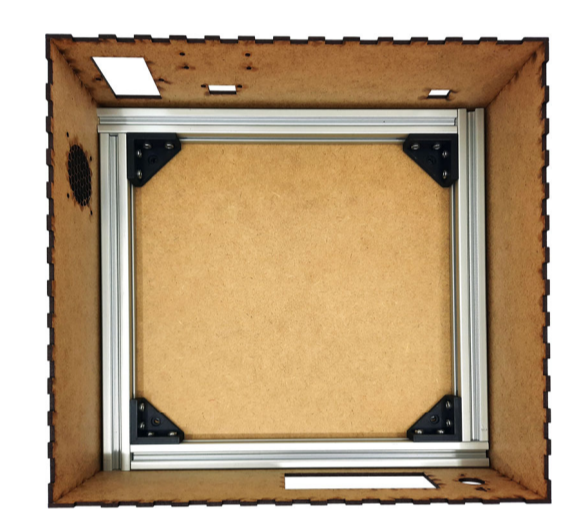
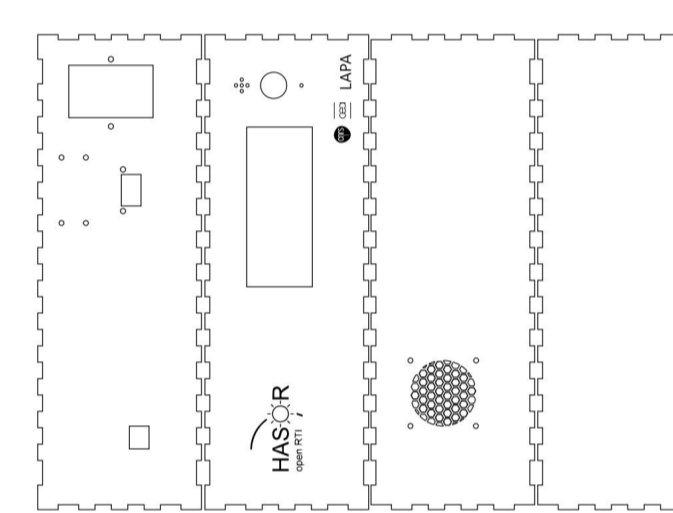
Les composants sont standards et les pièces mécaniques facilement reproductibles grâce aux outils de prototypages rapides disponibles en Fablabs (imprimante 3D et découpeuse laser). Cet outil est voué à être diffusé en **Open Hardware**. Un site internet contenant la liste des composants, le code *arduino*, les fichiers vectoriels pour la découpe laser, les fichiers STL pour l'impression 3D et un pas-à-pas décrivant l'ensemble du processus de fabrication est disponible à l'adresse ci-dessous. Au-delà de permettre à la communauté scientifique de reproduire ce dispositif, il s'agit de le faire évoluer au gré des besoins.

<https://mbouhier.github.io/HASOR>



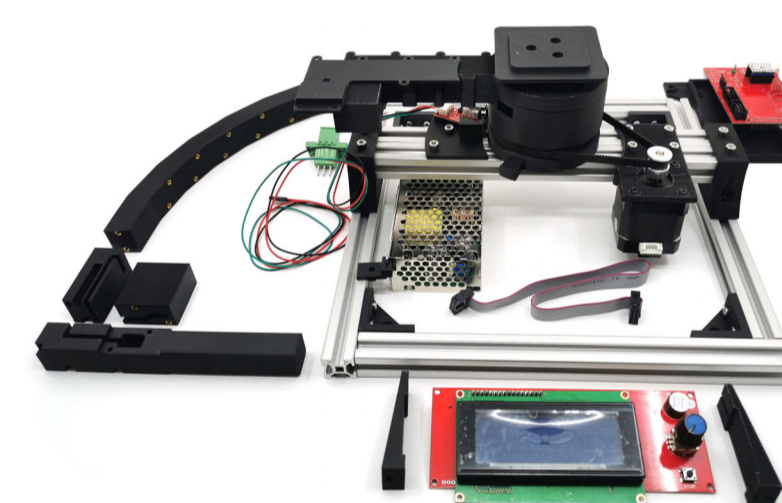
Site internet du projet et QR Code pour y accéder

Le boîtier est réalisé par découpe laser de bois *MDF* de 3mm d'épaisseur. Les panneaux sont emboîtés puis collés entre eux. Une structure en profilé aluminium de 20x20mm de section vient renforcer le boîtier et offrir une base stable au bras mobile.



Dessin vectoriel destiné à la découpe laser, panneaux découpés et boîtier assemblé

Un moteur pas à pas *NEMA17* actionne ce bras et les LEDs sont alimentées via un connecteur de type *DB9*. Il tourne autour d'un plateau sur lequel est disposé le sujet, décrivant une rotation comprise entre 0 et 340°, puis revient à sa position de départ.



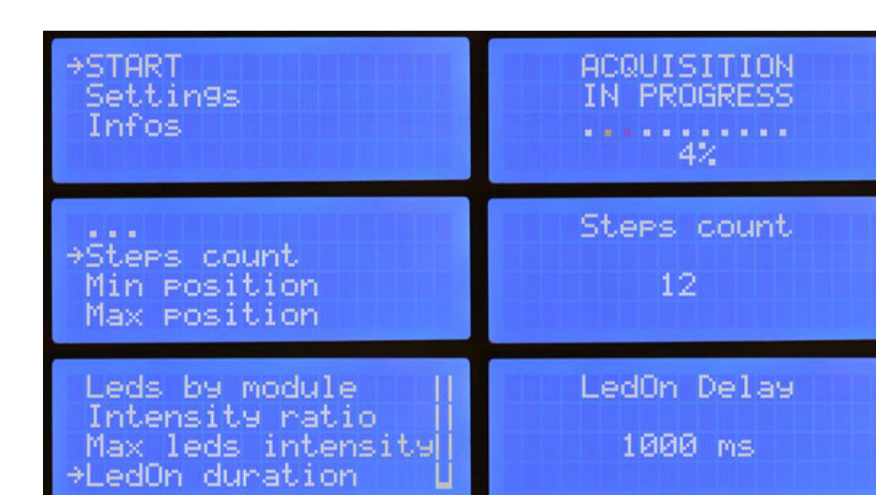
Composants électroniques et impressions 3D



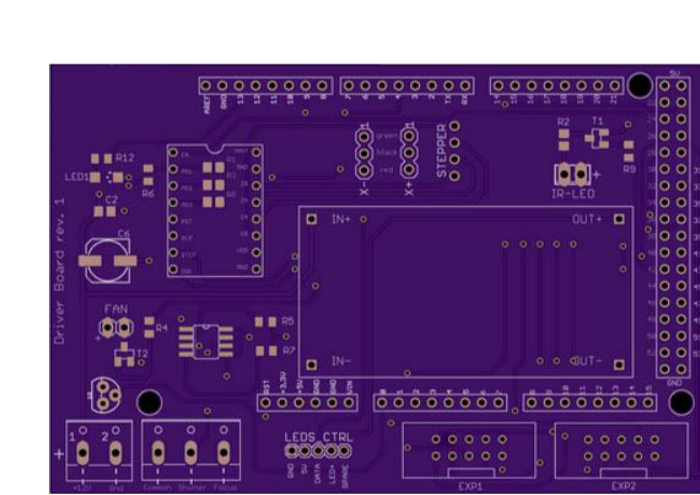
Fourche mobile et sa connectique femelle



Un *arduino mega* permet de piloter l'écran *RepRap LCD2004*, le moteur, les LEDs et l'appareil photographique. Un code disponible en opensource contient l'algorithme de fonctionnement tandis qu'un « shield » comprenant l'électronique et les connecteurs se greffe sur l'*arduino*. Des fichiers *Gerber* permettent de produire ces cartes. L'appareil photo est synchronisé via une prise *trigger*, le relais se trouvant sur le shield *arduino*.

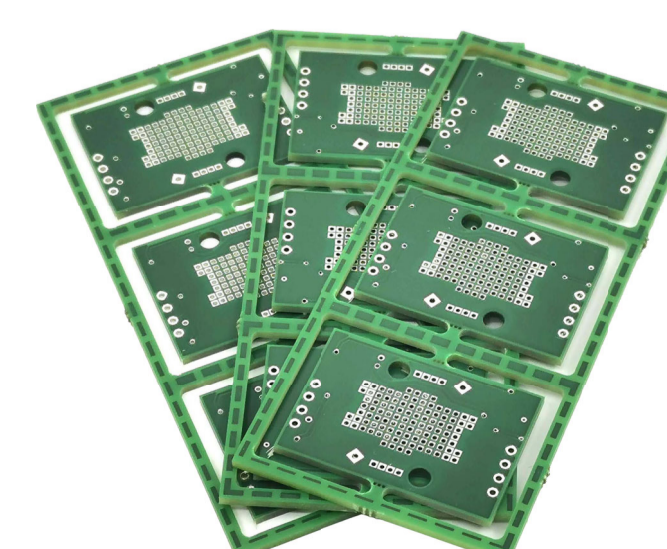


Ecran *RepRap LCD2004*

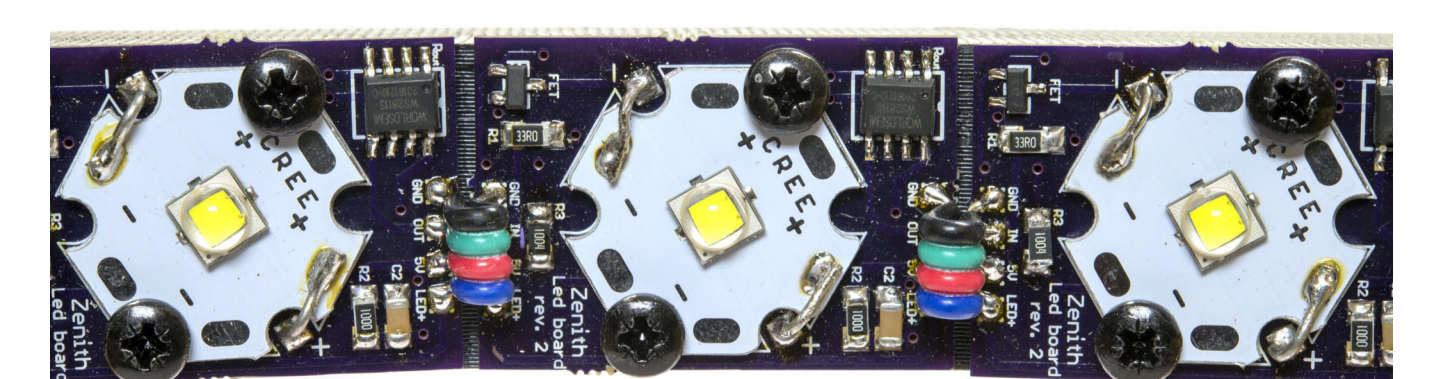


Shield *arduino HASOR*

Des cartes électroniques permettent de contrôler des LEDs haute intensité *CREE XML2 10W 6500K*. Ces LEDs sont modulées en intensité par un transistor *MOFSET*, lui-même contrôlé par l'*arduino* via un pilote de led *ws2811*. L'utilisation de ce type de pilote permet de contrôler les LEDs en cascade avec peu de fils : 3 fils d'alimentation (*5V, GND, ALIM\_LED*) et un fil de donnée (*DATA\_IN* en entrée, *DATA\_OUT* en sortie). Cette utilisation autorise également l'ajout d'un plus grand nombre de modules LED sans augmenter la complexité du système, en changeant un simple paramètre dans le menu utilisateur.



Circuits imprimés des modules LEDs



Circuits et LEDs haute intensité assemblés