

JOURNÉES JSO CNRS 2023

G'MIC

À la croisée des chemins entre recherche algorithmique et création artistique

David Tschumperlé

(CR CNRS, Laboratoire GREYC – UMR 6072).



GREYC

Laboratoire de recherche en sciences du numérique



Normandie Université



ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

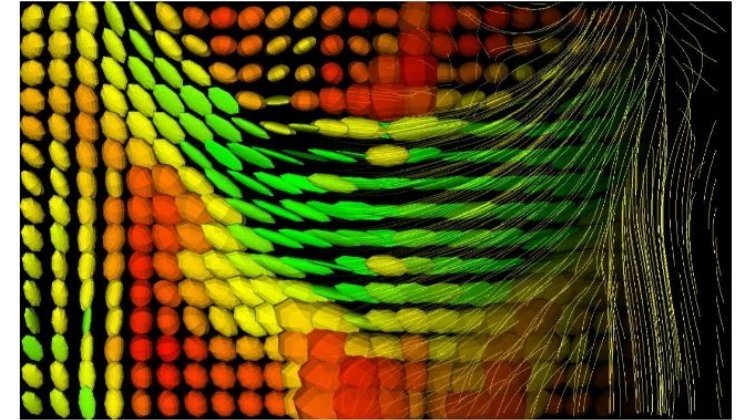


Origine du projet

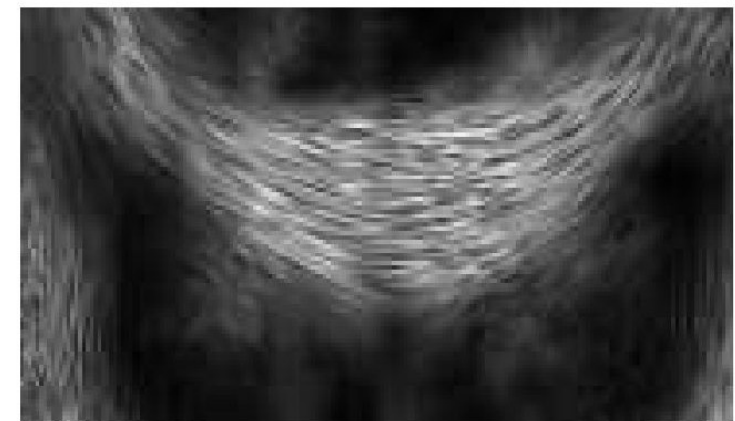
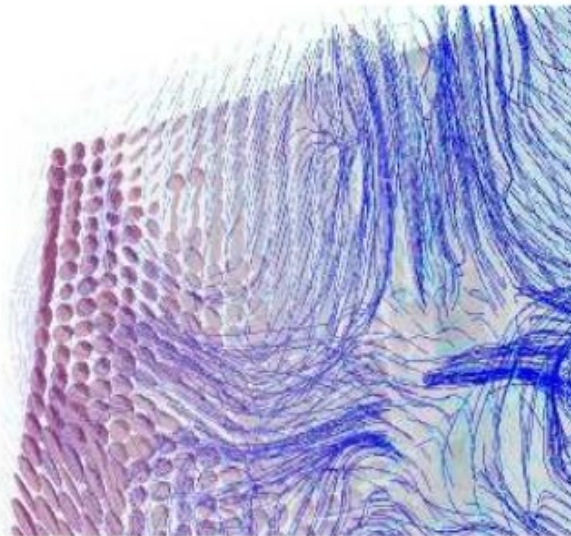
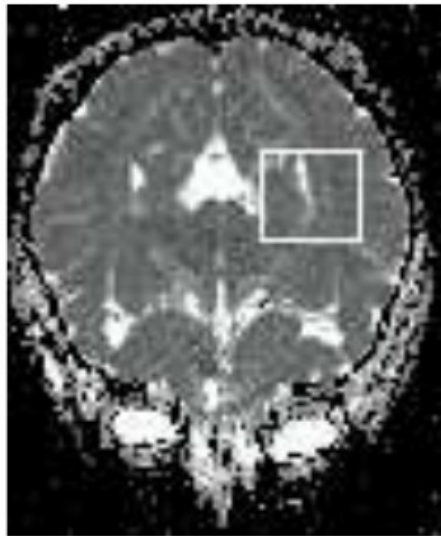
- Entré au **CNRS** en **2004**, en tant que **CR** au laboratoire **GREYC** de Caen (équipe **IMAGE**).
→ **Sujet de recherche** : **Algorithmique du traitement numérique des images pour l'IRMd.**



Groupe de Recherche En Informatique, Image, automatique et instrumentation de Caen (UMR6072).
CNRS-ENSICAEN-Université de Caen Basse Normandie



(a) Tensor field displayed with ellipsoids (left) and tracked fibers (right), and colored by Fractional Anisotropy $F.A.$



(b) Fiber network, created using our visualization PDE approach (9)

Origine du projet

➤ Problématiques :

1. **Comment prototyper rapidement de nouveaux algorithmes**, pour images et signaux **génériques** (1D, 2D, **3D**, 3D+t , **multispectral**) ?
2. **Comment diffuser largement ces algorithmes** pour une réutilisation par les pairs (communauté du traitement du signal & image) ?

➤ **En 2008** : Idée de développer un logiciel facilitant le **prototypage** et la **diffusion** d'algorithmes de **traitement d'images**.

→ **Favoriser une science ouverte et reproductible.**

Présentation du logiciel



A Full-Featured Open-Source Framework for Image Processing



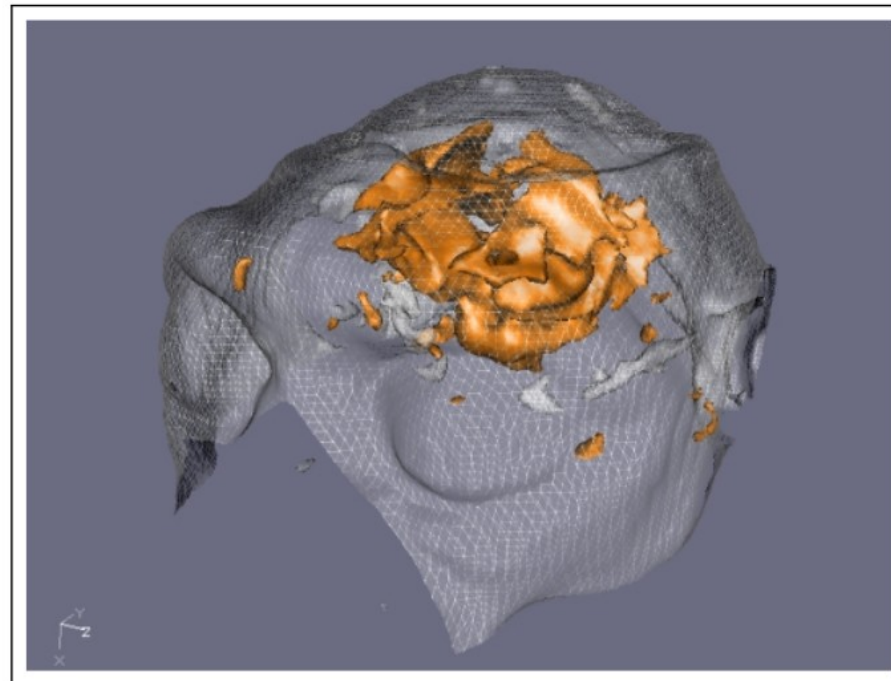
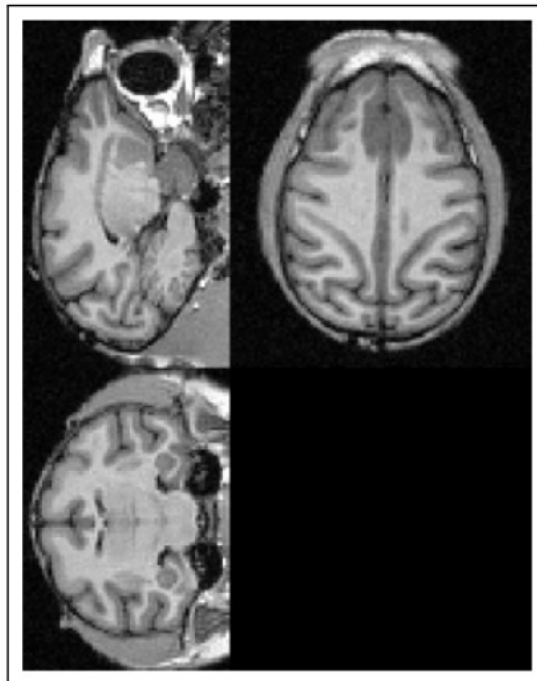
<https://gmic.eu>

- **Cadriciel open-source** pour le **traitement des images numériques**, comprenant :
 - Une **bibliothèque** spécialisée pour le calcul / le traitements des images : **libgmic**
 - Un ensemble d'**interfaces utilisateur**, pour appliquer ces fonctionnalités sur des images numériques de **modalités diverses** (photos, vidéos, images médicales, ...).
 - Un **langage de script dédié**, facilitant le prototypage rapide d'algorithmes.

gmic, une interface en ligne de commande

- Fonctionnalités de la bibliothèque, depuis la **ligne de commande**.
- Scriptable, traitement par lot, développement de démonstrateurs, etc.

```
$ gmic reference.inr +flood 23,53,30,50,1,1,1000 flood[-2]
0,0,0,30,1,1,1000 blur 1 isosurface3d 900 opacity3d[-2] 0.2 color3d[-1]
255,128,0 +3d
```



gmic, une interface en ligne de commande

```
$ gmic input.jpg -denoise_haar 1.4 -retinex 30 -sharpen 30
```



input.jpg

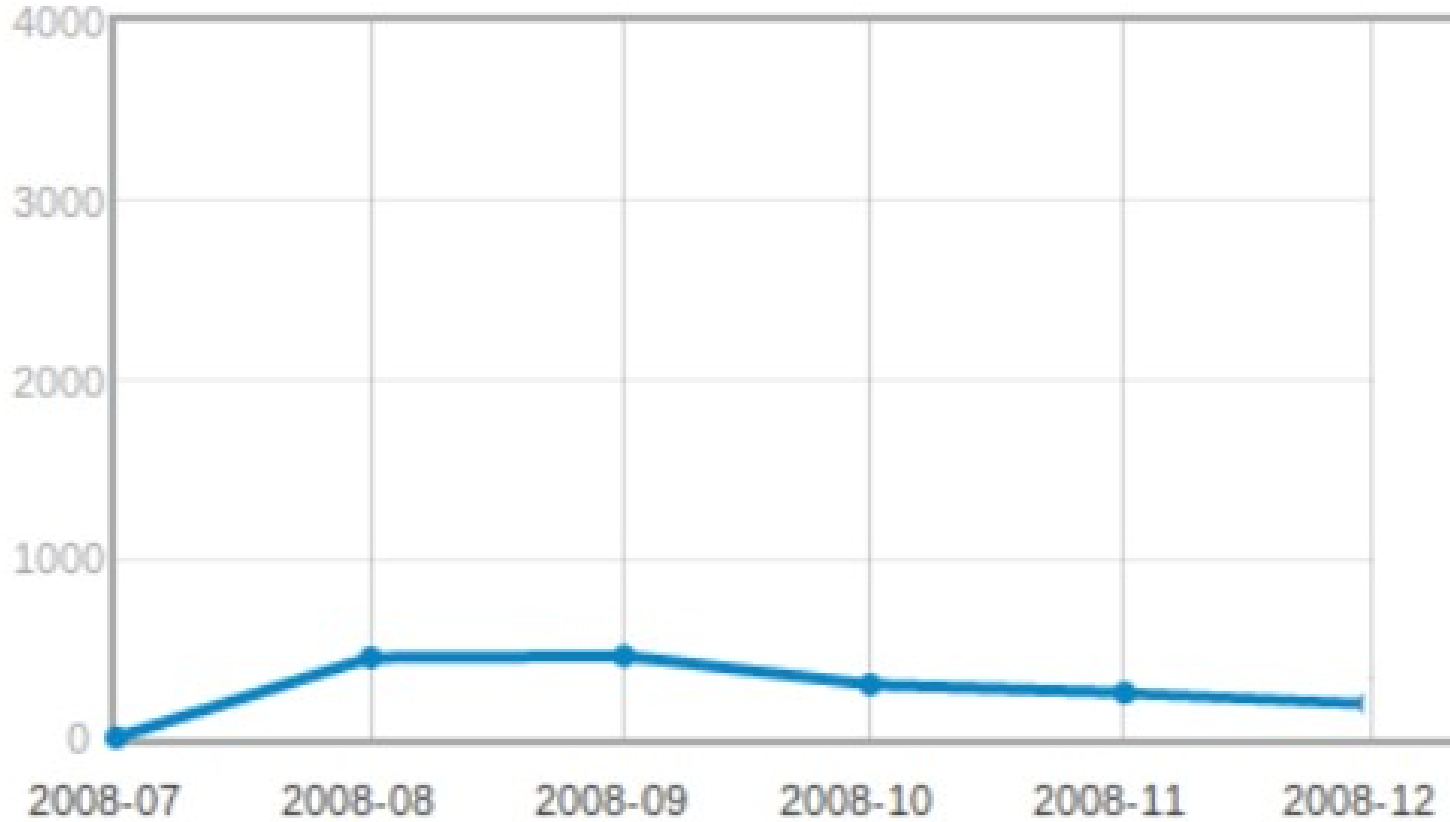


resulting image

→ **Première version de G'MIC, mise en ligne en juillet 2008**
(licence CeCILL).

Une désillusion rapide...

→ 300 téléchargements par mois.



« Pourquoi tant de désintérêt ? »

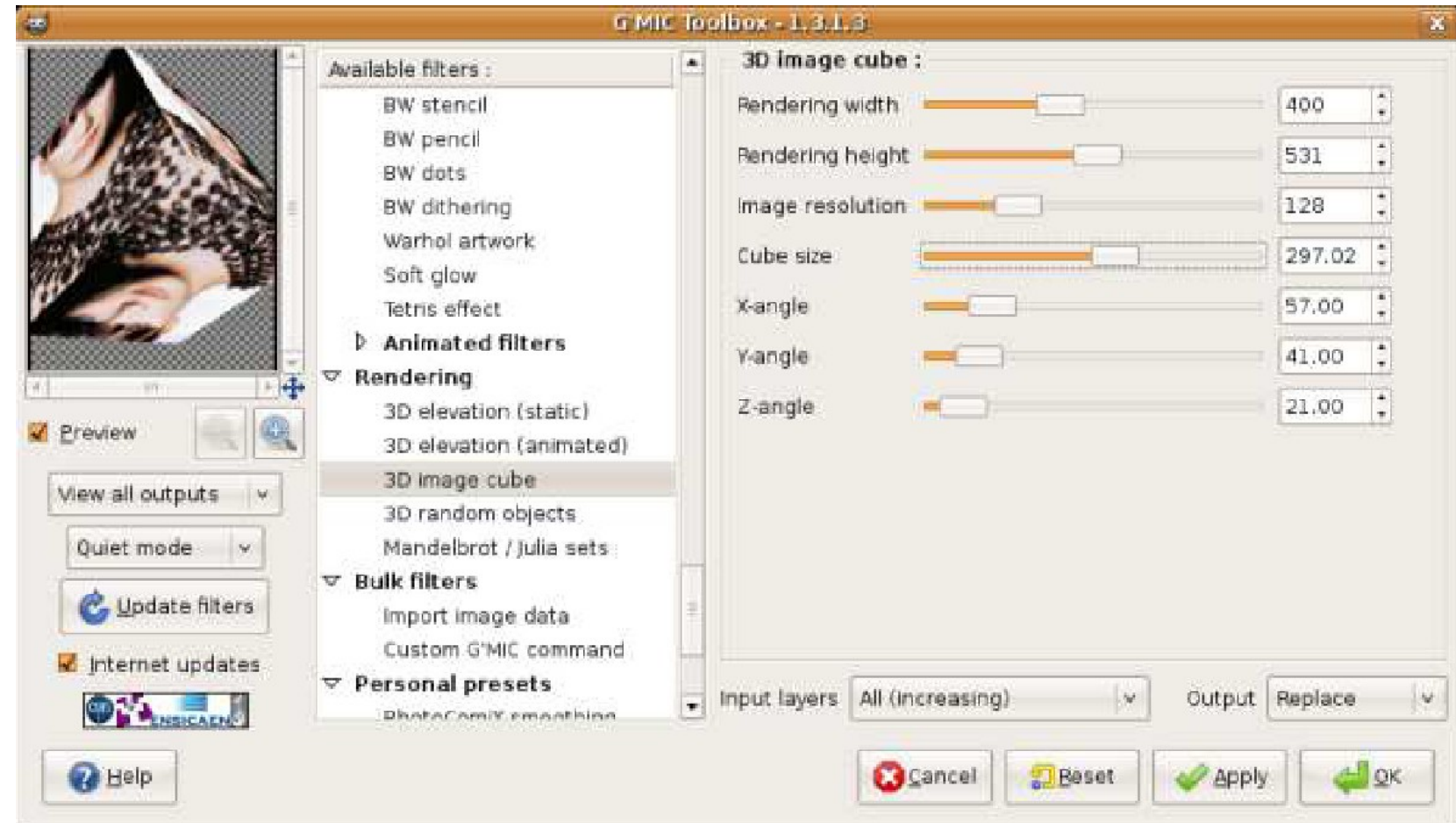
Courbe des téléchargements de G'MIC par mois, à partir de juillet 2008.

Diffuser un logiciel libre, ça ne s'improvise pas !

→ Être accompagné, bien préparer sa communication, bien choisir sa licence.

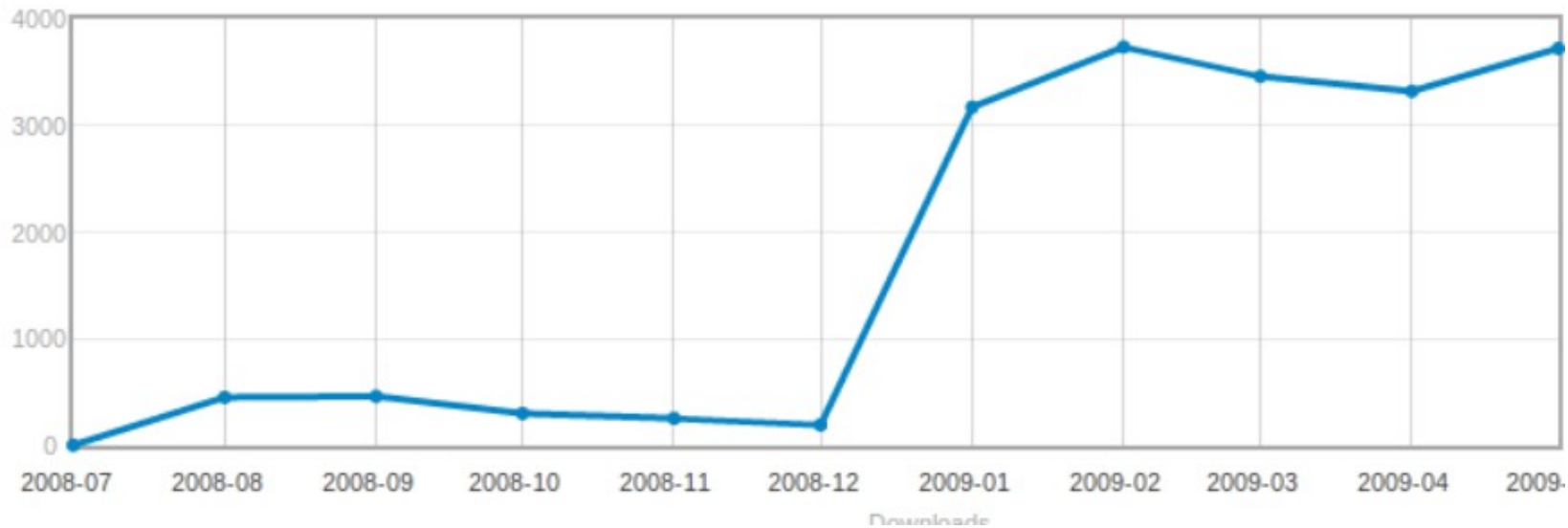
Le déclic : G'MIC, un greffon pour GIMP

- **Greffon G'MIC-Qt**, utilisable dans GIMP, Krita, Photoshop, Paint.Net, Affinity Photo, ...
- Mis en ligne en **Janvier 2009**
- **Premiers utilisateurs :**
- **Les utilisateurs de GIMP !**



Le déclic : G'MIC, un greffon pour GIMP

- A partir de janvier 2009 → +3000 téléchargements par mois.



« Je le savais ! »

Courbe des téléchargements de G'MIC par mois, Juillet 2008 → Avril 2009

→ **Effet inattendu:** public utilisateur (**artistes**) très différent du public ciblé initialement !

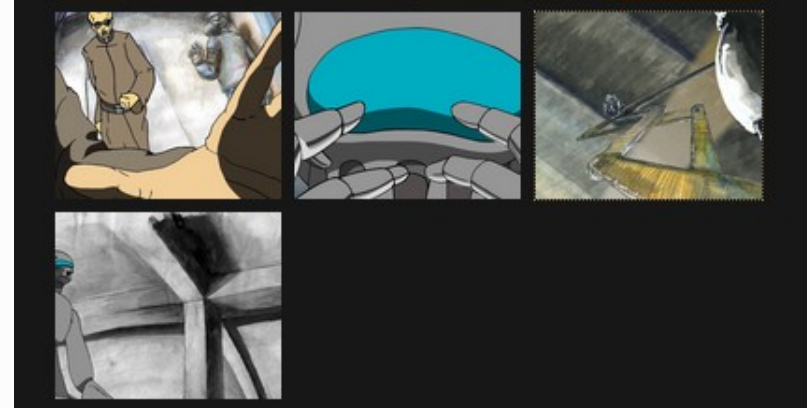
Utilisation par des artistes : Quelques exemples

- **Illustration** : Outil d'aide à la création d'une bande dessinée (Pepper & Carrot, David Revoy, France).



Utilisation par des artistes : Quelques exemples.

- **Cinéma** : Outil d'aide à la création d'un court-métrage d'animation (4232, *Bazza*, *Argentine*, 2021).



À l'écoute des utilisateurs

- **Améliorer** rapidement le logiciel : retours de bugs, contributions ponctuelles...
- **Découvrir** des techniques de création artistique, spécifiques au numérique.
- **Discuter** des **questions** relatifs à la création artistique numérique.
- ➔ **Voir qu'il existe des problèmes non-triviaux à résoudre** dans ce domaine.

- In fine, **orienter mes travaux de recherche** vers une **nouvelle thématique** :

« Algorithmes pour la création d'images numériques : Vers une modélisation du savoir-faire artistique »



**Développer un logiciel libre
=
S'enrichir de l'expérience de
ses utilisateurs**

(c-à-d « recevoir autant que donner »)

Aujourd'hui : G'MIC-Qt, un greffon populaire

- **Greffon G'MIC-Qt**, utilisable dans GIMP, Krita, Photoshop, Paint.Net, Affinity Photo, ...

➤ + de **590** filtres.

- **Utilisateurs :**

➤ Photographes

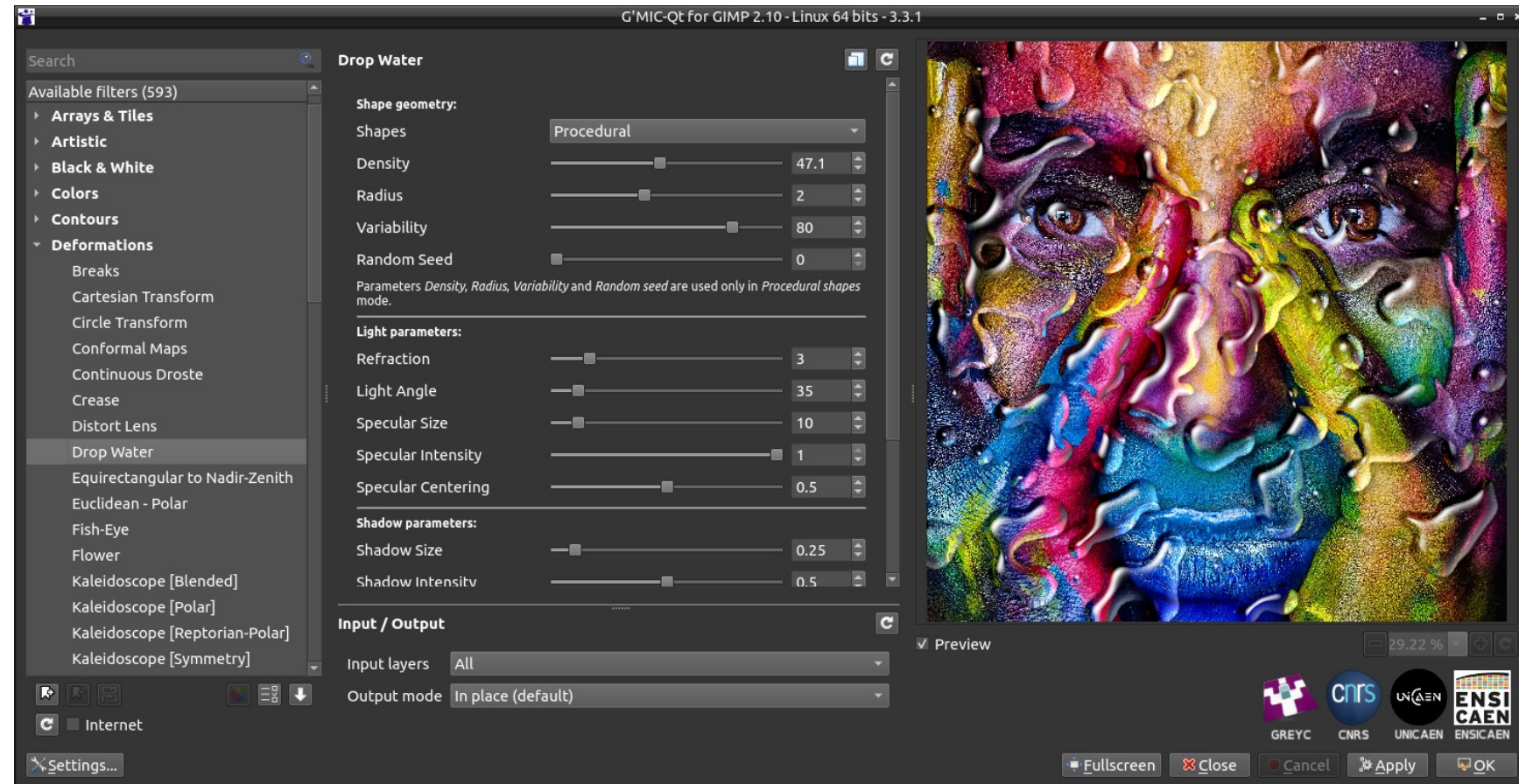
➤ Peintres numériques

➤ Illustrateurs

➤ Vidéastes

➤ Glitch artists

➤ Scientifiques, ...



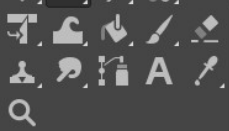
➔ Plateforme de **transfert** de nos algorithmes vers le grand-public.

Impact actuel : Quelques chiffres

- Cadriciel à **large diffusion** et à **applications variées**.
- Une **plateforme de diffusion d'algorithmes de recherche**, favorisant une **recherche ouverte et reproductible**.
- Entre **5k** et **10k** utilisateurs journaliers.
- **+3.5M** téléchargements.
- **300k** mentions Google Search.

Carte des téléchargements sur 24h →





Rectangle Select

Mode:

Antialiasing

Feather edges

Rounded corners

Expand from center

Fixed Aspect ratio

1:1

Position: px

70 25

Size: px

358 349

Highlight

No guides

Auto Shrink

Shrink merged



filter

2. Hardness 050 (51 x 51)

Basic

Spacing 10.0

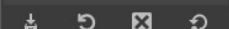
Mode Normal

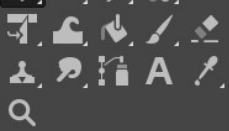
Opacity 100.0

Lock

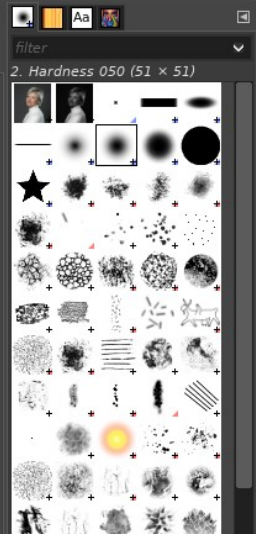
paris_maske

paris.jpg





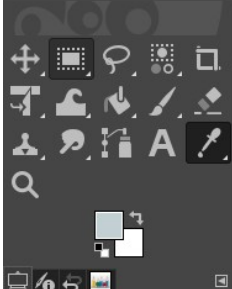
Move
Move:
Tool Toggle (Shift)
 Pick a layer or guide
 Move the active layer



Basic.
Spacing 10.0
Mode Normal
Opacity 100.0
Lock:
 paris_maske
 paris.jpg

« Tensor-directed Spatial Patch Blending for Pattern-based Inpainting Methods »
(M. Daisy, P. Buysens, D. Tschumperlé, O. Lezoray), IEEE ICIP'2015.





- Color Picker
- Sample average
 - Sample merged
- Pick Target (Ctrl)
- Pick only
 - Set foreground color
 - Set background color
 - Add to palette
- Use info window (Shift)



filter

2. Hardness 050 (51 x 51)

Basic

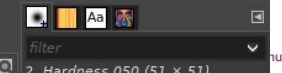
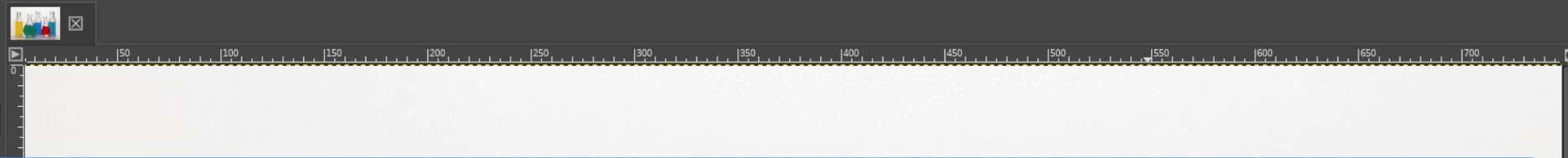
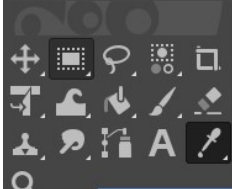
Spacing 10.0

Mode Normal

Opacity 100.0

Lock: / +

5_bottles.pn



G'MIC-Qt for GIMP 2.10 - Linux 64 bits - 3.2.7_pre#230703

styliz

Available filters (590)

- Artistic
 - Stylize

Style: Braque: Little Bay at La Ciotat

Scale Style to Fit Target Resolution: 75%

Style Variations: None

Preview Progression While Running:

Style/Target Parameters:

Fidelity to Target (Finest): 0.5

Fidelity to Target (Coarsest): 2

Fidelity Smoothness (Finest): 3

Fidelity Smoothness (Coarsest): 0.5

Fidelity Chromaticity: 0.1

Image Matching Parameters:

Match Colors With: PCA Transfer

Colorspace: YCbCr (Luma/Chroma)

Keep Color Channels: All

Smoothness: 0.7

Also Match Gradients: 1

Advanced Parameters:

Init. Type: Best Match

Init. Resolution: 160x

Input / Output

Input layers: Active (default)

Output mode: In place (default)

Internet:

Settings...

Style:

Preview: 86%

Logos: GREYC, CNRS, UNICAEN, ENSICAEN

Buttons: Fullscreen, Close, Cancel, Apply, OK



Basic

Spacing: 10.0

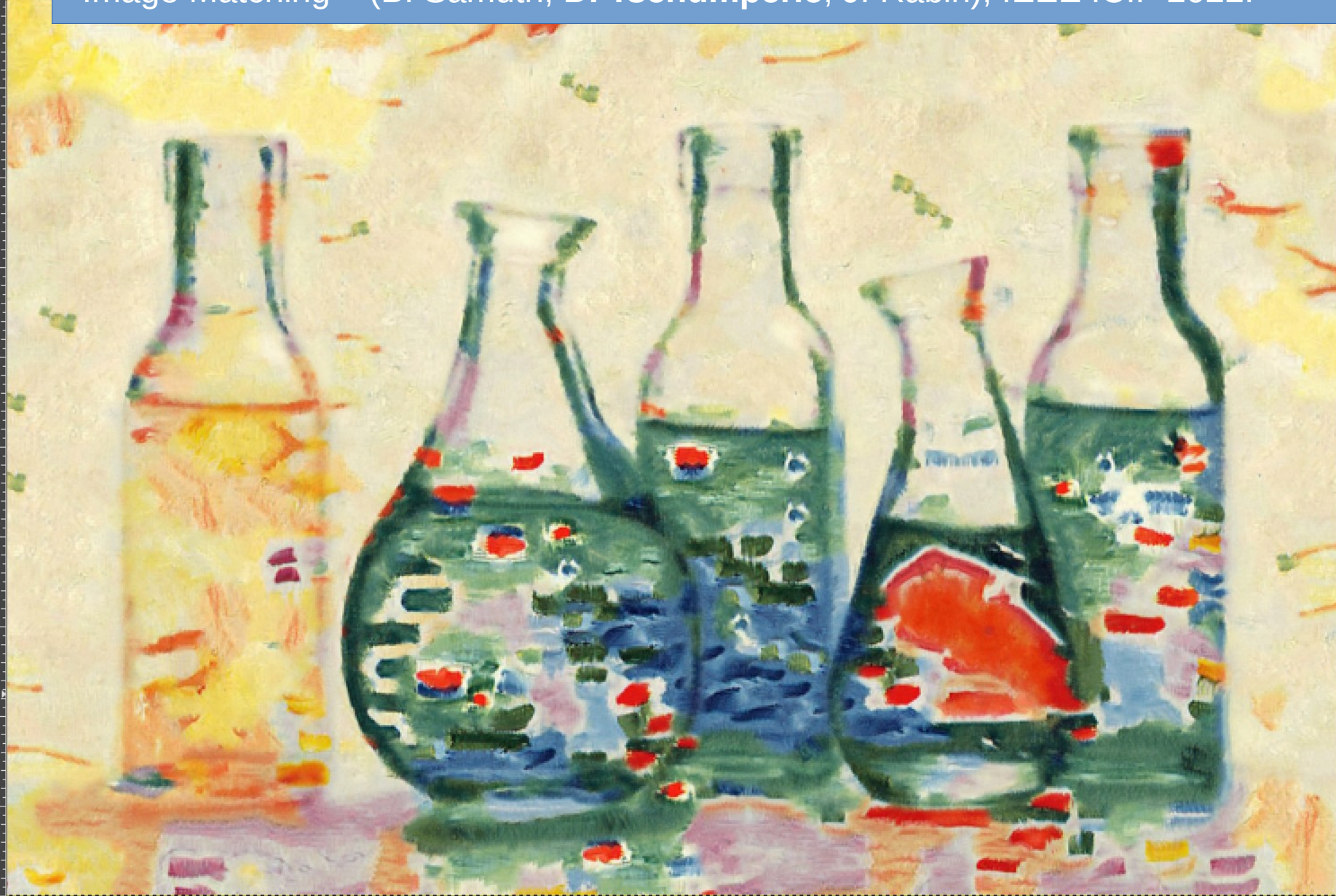
Mode: Normal

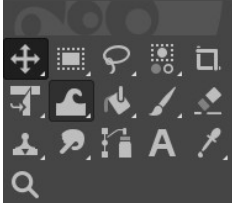
Opacity: 100.0

Lock:

5_bottles.png

« A Patch-Based Approach for Artistic Style Transfer via Constrained Multi-Scale Image Matching » (B. Samuth, D. Tschumperlé, J. Rabin), IEEE ICIP'2022.





Move
Move:
Tool Toggle (Shift)
● Pick a layer or guide
● Move the active layer



filter
2. Hardness 050 (51 x 51)

Basic.
Spacing 10.0
Mode Multiply
Opacity 100.0
Lock:

Layer
carrot.png

Tools palette:

- Move
- Move:
- Tool Toggle (Shift)
- Pick a layer or guide
- Move the active layer



Filters palette:

filter: 2. Hardness 050 (51 x 51)

Basic:

Spacing: 10.0

Mode: Multiply

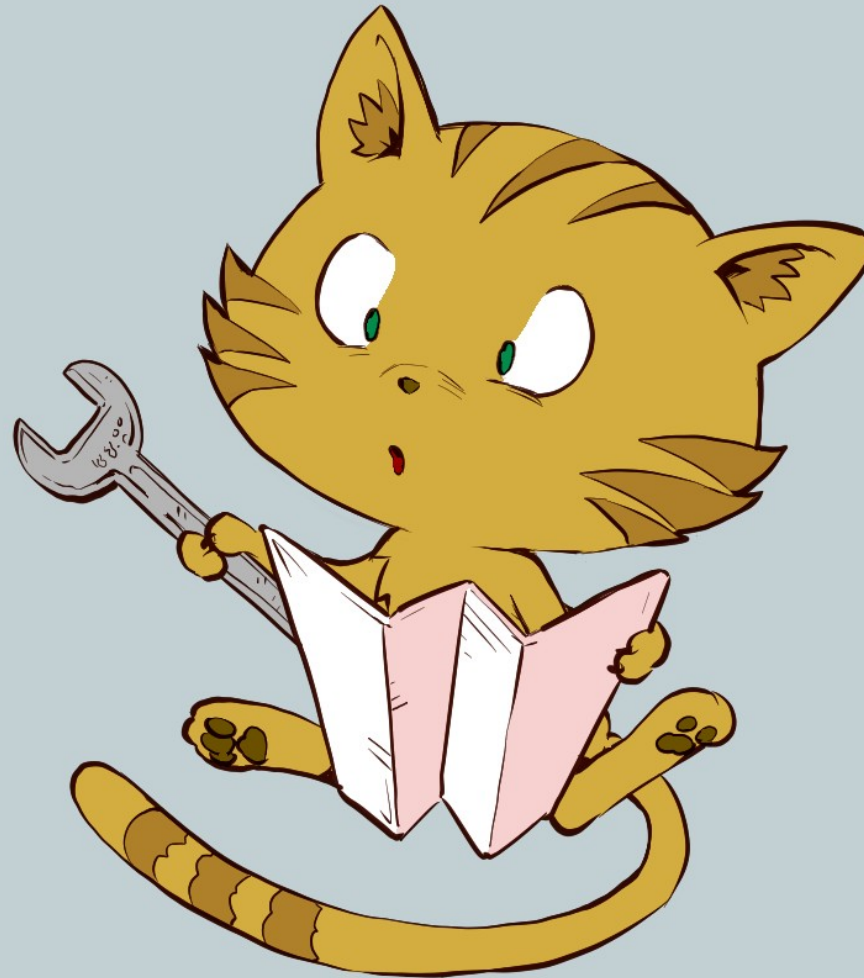
Opacity: 100.0

Lock:

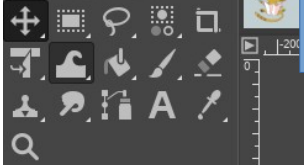
Layers:

- Layer
- carrot.png

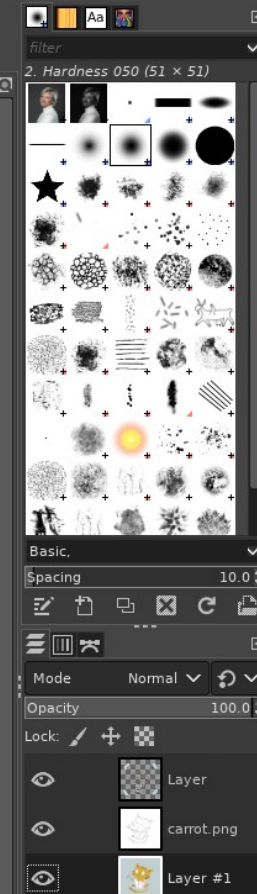
« A Fast and Efficient Semi-guided Algorithm for Flat Coloring Line-arts »
(S. Fourey, D. Tschumperlé, D. Revoy), EUROGRAPHICS VMV'2018.



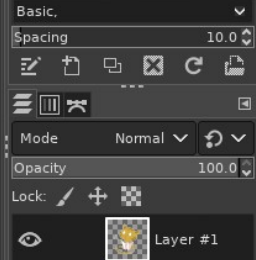
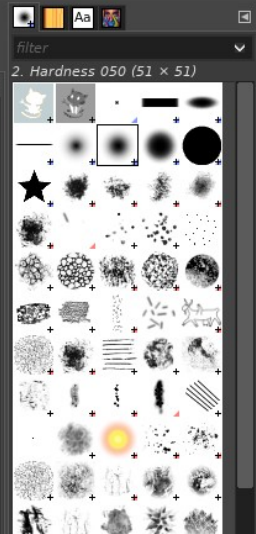
File Edit Select View Image La



Move
Move:
Tool Toggle (Shift)
● Pick a layer or guide
● Move the active layer



255, 236 px 100% Layer #1 (52.1 MB)



G'MIC-Qt for GIMP 2.10 - Linux 64 bits - 3.2.7_pre#230703

Illuminate 2D Shape

Available filters (590)

- Frames
- Frequencies
- Layers
- Lights & Shadows
 - Burn
 - Contrast Swiss Mask
 - Dodge and Burn
 - Drop Shadow
 - Drop Shadow 3D
 - Equalize Light
 - Equalize Shadow
 - Guided Light Rays
 - Illuminate 2D Shape**
 - Light Glow
 - Light Leaks
 - Light Patch
 - Light Rays
 - Pop Shadows
 - Relief Light
 - Shadow Patch
 - Slice Luminosity
- Patterns
- Rendering
- Repair
- Sequences
- Silhouettes

Input / Output:

Input Type: Single Opaque Shapes Over Transp. BG

Output Type: Normal Map

Input Guide Color: ■

Keep Base Layer as Input Background:

Keep Transparency in Output:

Shape:

Minimal Shape Area: (Parameter *Minimal shape area* is only active in *Multiple colored shapes* input mode.)

Preview Detected Shapes:

Erosion / Dilatation:

Smoothness:

Bump Factor:

Std / Max Weight:

Resolution:

Illumination:

Blending Mode: Overlay

Opacity (%):

Ambient (%):

Diffuse (%):

Input / Output

Input layers: Active (default)

Output mode: In place (default)

Preview: 63.05 %

Buttons: Fullscreen, Close, Cancel, Apply, OK

Logos: GREYC, CNRS, UNICAEN, ENSICAEN

« Automatic Illumination of Flat-Colored Drawings by 3D Augmentation of 2D Silhouettes » (D. Tschumperlé, C. Porquet, A. Mahboubi), IEEE ICIP'2022.



File Edit Select View Image Layer Color



Color Picker
Sample average
Sample merged
Pick Target (Ctrl)
Pick only
Set foreground color
Set background color
Add to palette
Use info window (Shift)



Basic.
Spacing 10.0
Mode Normal
Opacity 100.0
Lock: / + [check]
Layer #1
Layer

248, 220 px 100% Click in any image to pick the foreground color (try Shift, Ctrl)

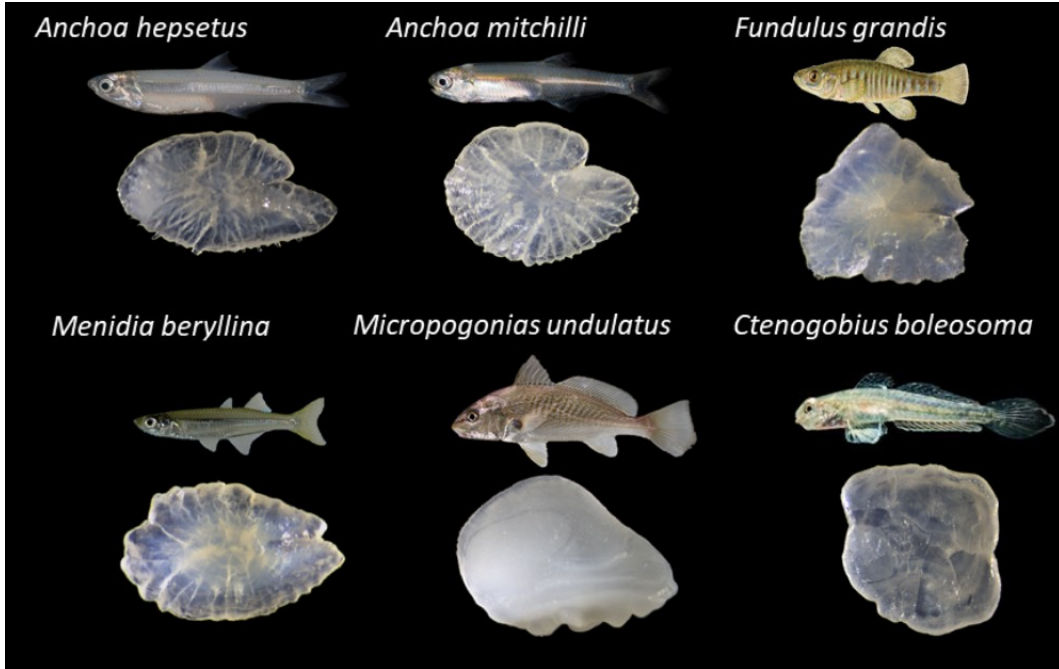
Diffuser un logiciel libre :

Difficile de prévoir l'usage qu'il en sera fait. On est jamais à l'abri de surprises.

→ **Interdisciplinarité !**

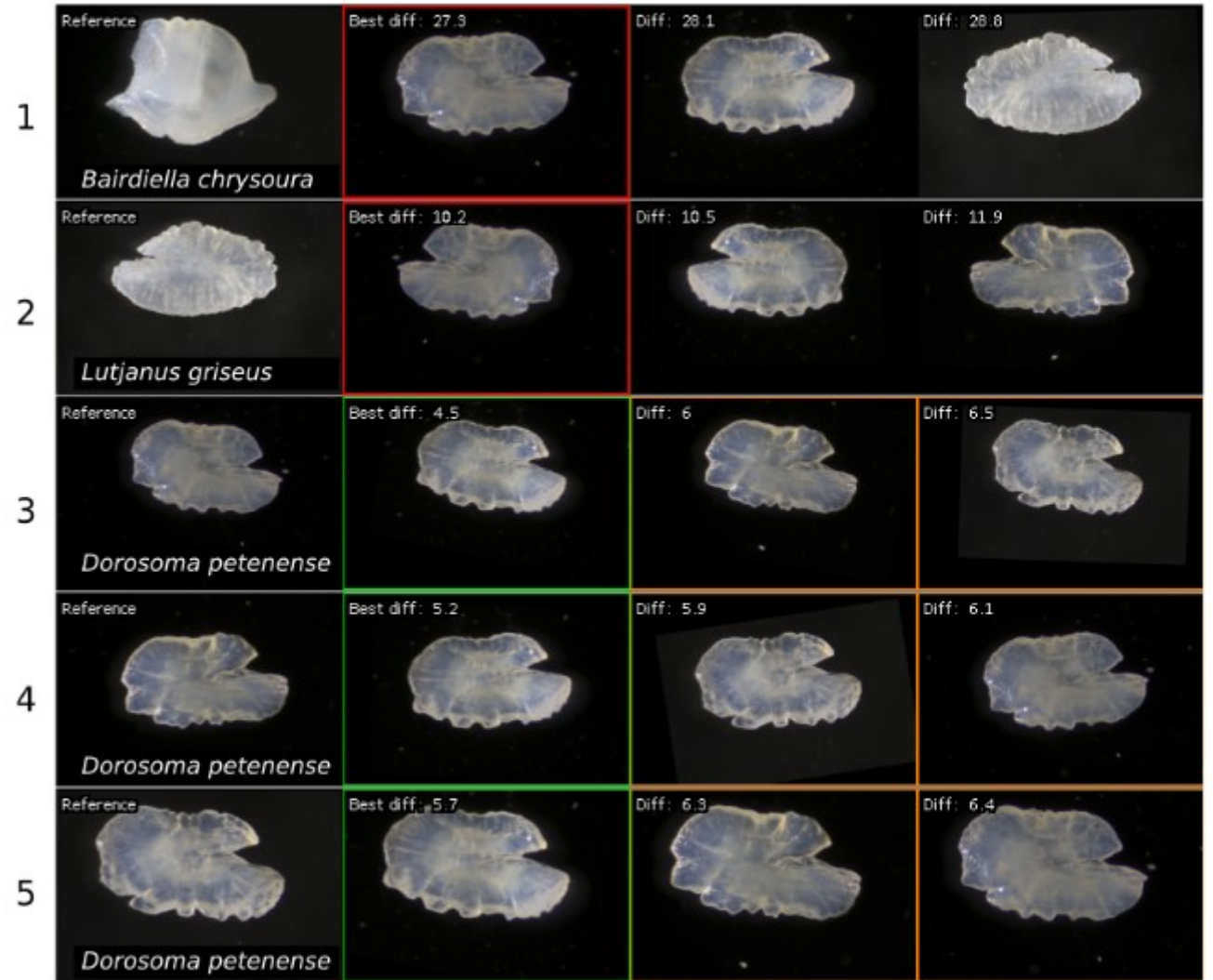
Impact actuel : Quelques exemples

- **Biologie marine** : Étude du régime alimentaire de mammifères marins (*DISL / USA*).



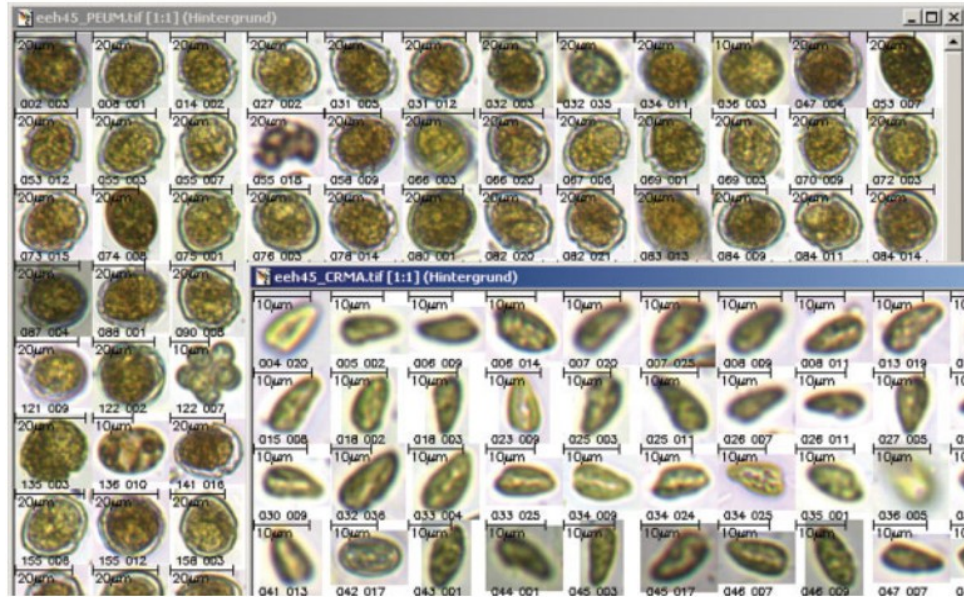
Dauphin Island
Sea Lab,

Alabama / USA

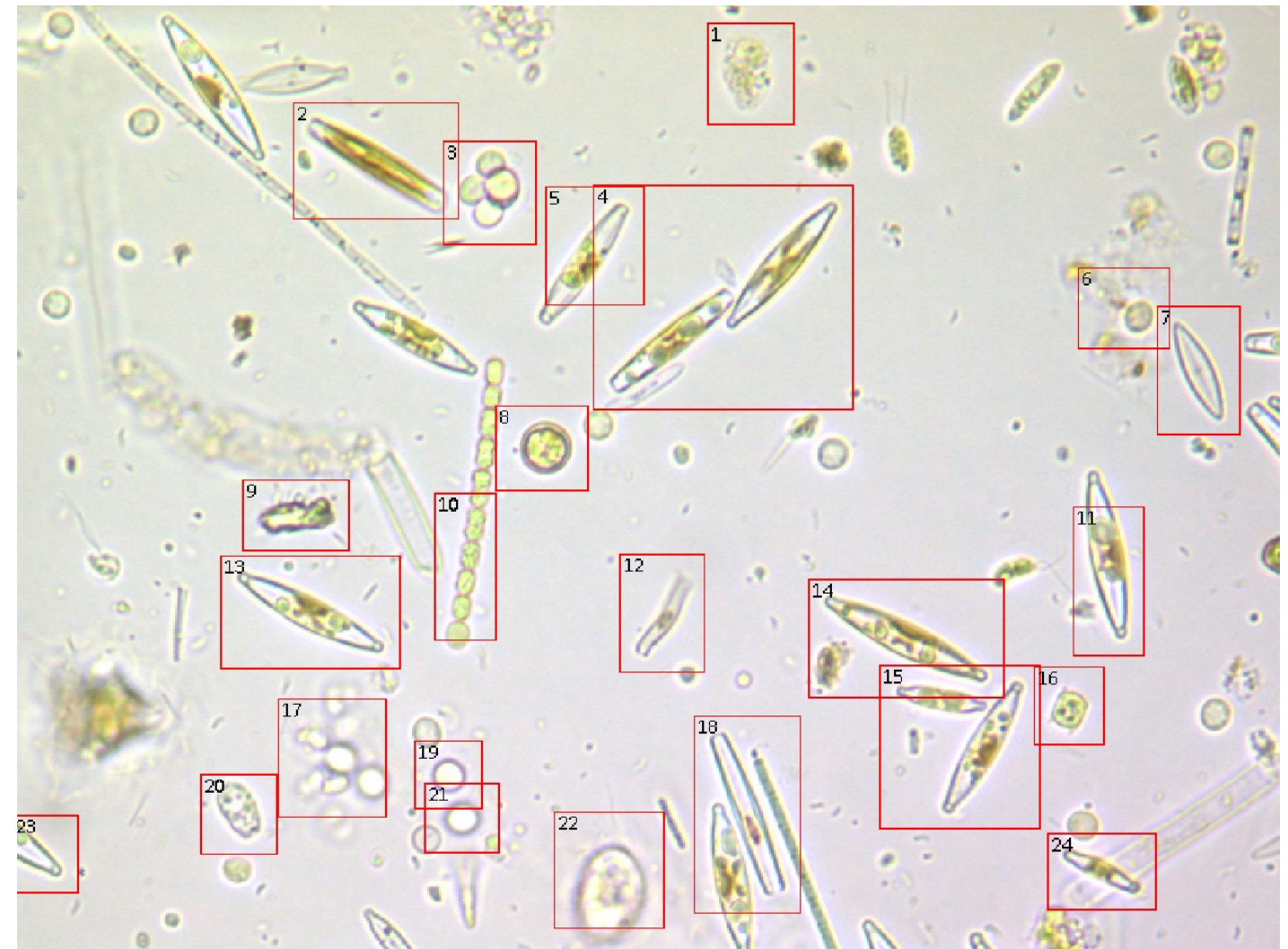


Impact actuel : Quelques exemples

- **Biologie marine** : Analyse d'images de phytoplanctons (K. Rodenacker, *Allemagne*).



MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE 69:708–720 (2006)



Automatic Analysis of Aqueous Specimens for Phytoplankton Structure Recognition and Population Estimation

KARSTEN RODENACKER,^{1*} BURKHARD HENSE,¹ UTA JÜTTING,¹ AND PETER GAIS²
¹Institute of Biomathematics and Biometry, GSF-National Research Center for Environment and Health, Neuherberg 85764, Germany
²Institute of Pathology, GSF-National Research Center for Environment and Health, Neuherberg 85764, Germany

KEY WORDS Utermöhl plankton chambers; digital image analysis; fluorescence analysis; quantification; image archiving system

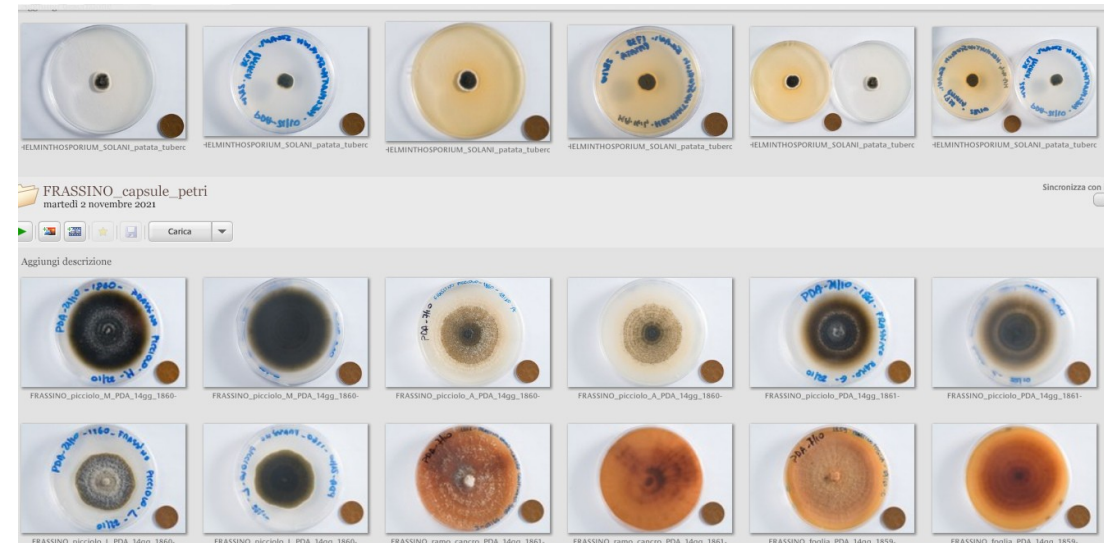
ABSTRACT An automatic microscope image acquisition, evaluation, and recognition system was developed for the analysis of Utermöhl plankton chambers in terms of taxonomic algae recognition. The system called PLASA (Plankton Structure Analysis) comprises (1) fully automatic archiving (optical fixation) of aqueous specimens as digital bright field and fluorescence images, (2) phytoplankton analysis and recognition, and (3) training facilities for new taxa. It enables characterization of aqueous specimens by their populations. The system is described in detail with emphasis on image analytical aspects. Plankton chambers are scanned by sizable grids, divers objective(s), and up to four fluorescence spectral bands. Acquisition positions are focused and digitized

Impact actuel : Quelques exemples

- **Botanique** : Traitement d'images de champignons (*Silvio Grosso, Services régionaux phytosanitaires et technico-scientifiques du Piémont, Italie*).



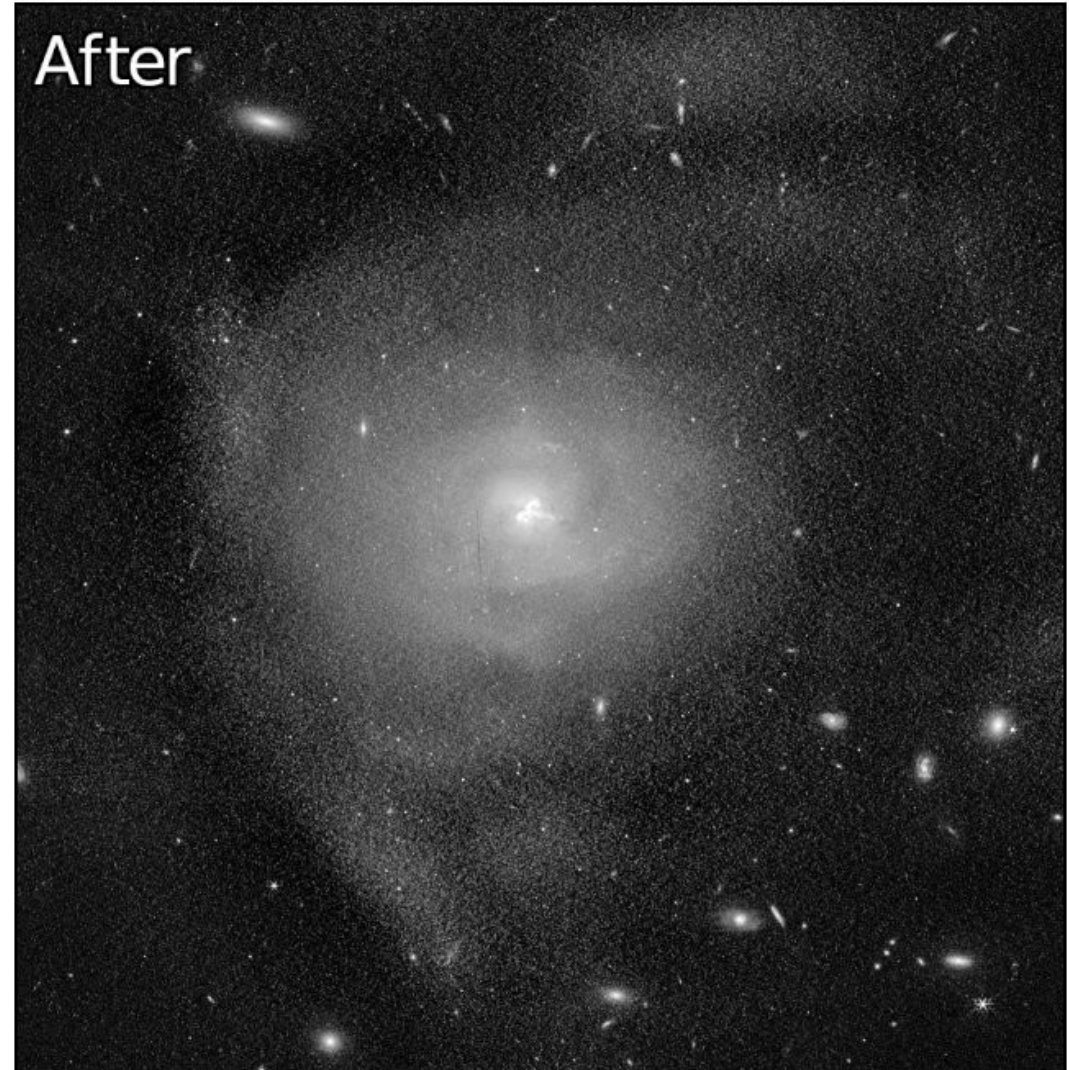
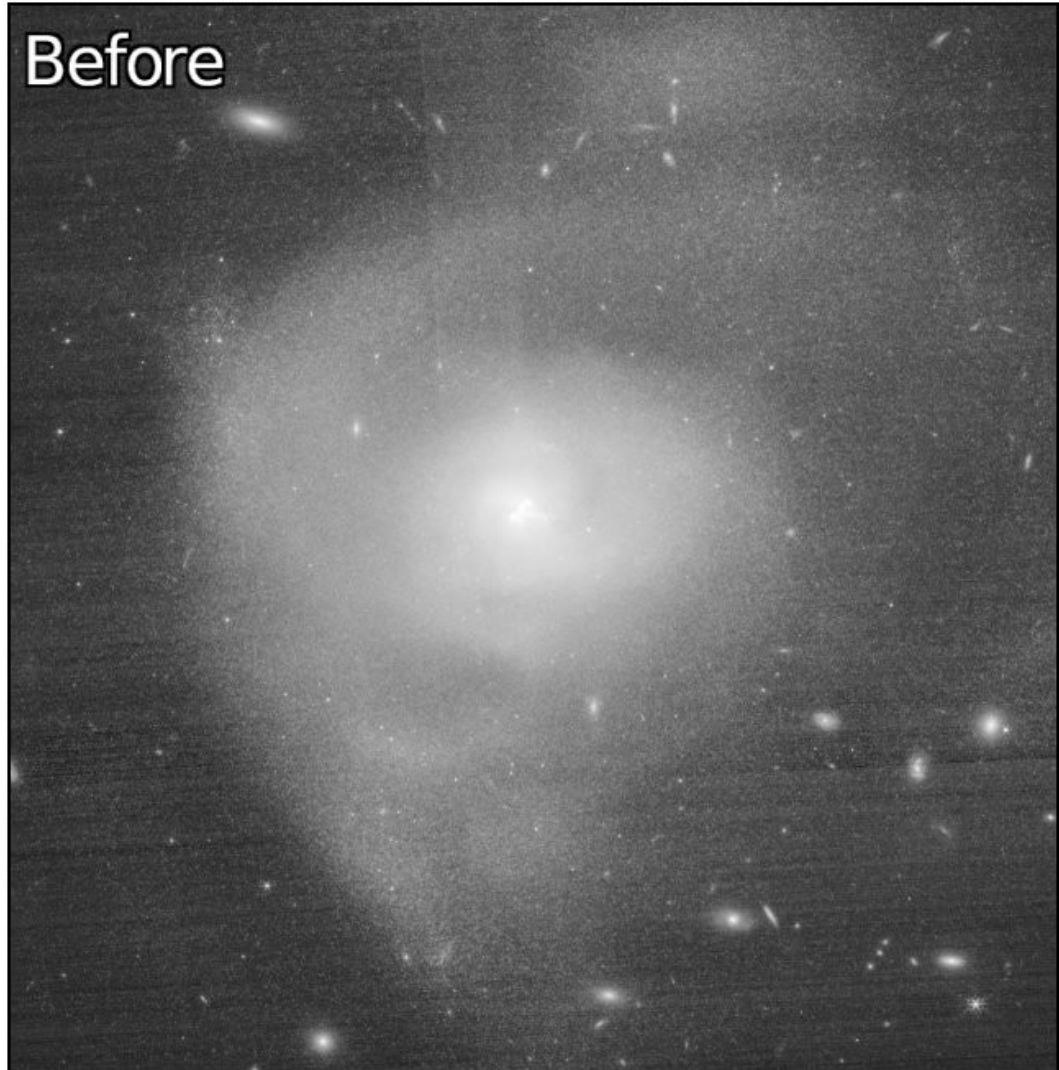
← Construction d'un atlas d'espèces de champignons.



↑ Détection des champignons dans des boîtes de Petri.

Impact actuel : Quelques exemples

- **Astronomie** : Traitement des images du **JWST** (*Judy Smith, @spacegeck@astrodon.social, USA*).



Impact actuel : Quelques exemples

- Utilisation régulière de G'MIC à l'ESA, pour le débruitage des images du JWST.
- **Mark McCaughrean** (Senior Advisor for Science & Exploration ESA / JWST Science Working Group IDS).



Nature, 5 Octobre 2023

Article

Outflows from the youngest stars are mostly molecular

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06551-1>

Received: 3 June 2023

Accepted: 17 August 2023

Published online: 24 August 2023

Open access

 Check for updates

T. P. Ray^{1,2}, M. J. McCaughrean³, A. Caratti o Garatti⁴, P. J. Kavanagh^{1,5}, K. Justtanont⁶, E. F. van Dishoeck⁷, M. Reitsma^{3,7}, H. Beuther⁸, L. Francis⁷, C. Gieser⁹, P. Klaassen¹⁰, G. Perotti⁸, L. Tychoniec¹¹, M. van Gelder⁷, L. Colina¹², Th. R. Greve¹³, M. Güdel^{8,14,15}, Th. Henning⁸, P. O. Lagage¹⁶, G. Östlin¹⁷, B. Vandenbussche¹⁸, C. Waelkens¹⁸ & G. Wright¹⁰

The formation of stars and planets is accompanied not only by the build-up of matter, namely accretion, but also by its expulsion in the form of highly supersonic jets that can stretch for several parsecs^{1,2}. As accretion and jet activity are correlated and because young stars acquire most of their mass rapidly early on, the most powerful jets are associated with the youngest protostars³. This period, however, coincides with the time when the protostar and its surroundings are hidden behind many magnitudes of visual extinction. Millimetre interferometers can probe this stage but

Une expérience globalement positive, mais aussi...

- En pratique, un logiciel libre repose sur **très peu de contributeurs réguliers**
→ **activité très prenante !**
- **Développer / valoriser un logiciel libre, c'est, en vrac :**
 - Programmation du logiciel.
 - Gestion des contributions/contributeurs externes.
 - Gestion des utilisateurs (exigeants).
 - Packaging et distribution du logiciel : multi-plateforme, site web.
 - Communication : réseaux sociaux, rédactions de dépêches (Linuxfr, ...).
 - Rédaction de documentation et de tutoriels.
 - Gestion et animation des forums utilisateurs.
→ Développement et maintien d'une communauté autour du logiciel.
 - Valorisation : récupération de dons, collaborations entreprises, projet de fondation, ...
 - **Compter de 1 à 4 heures de travail par jour pour un seul mainteneur principal.**

Une expérience globalement positive, mais aussi...

- **En termes d'évaluation de la carrière scientifique de chercheurs :**
 - Moins de temps pour rédiger des articles scientifiques.
 - Moins de temps pour répondre à des AAP.
 - Moins de temps pour encadrer.
 - Moins de temps pour enseigner.
- **Comment évaluer à sa juste valeur une contribution logicielle libre ?**
1 logiciel = 1 publication ? → Pas satisfaisant.
→ Prendre en compte l'impact, le temps passé, ...
- Ces dernières années, des **initiatives encourageantes** dans l'ESR pour les chercheurs développant du logiciel libre :

Programme OPEN, Soutien INS2I, Prix science ouverte du logiciel libre, ...

Développer un logiciel libre :

- Une **contribution** aux communs numériques.
 - Un **enrichissement scientifique** & des possibilités de **collaboration inter-disciplinaire**.
 - Mais aussi beaucoup d'**efforts**, travail multi-facettes.
- Et des choses à faire pour mieux **valoriser** / **accompagner** ce choix de carrière des chercheurs.