

MÉTHODES LOGICIELLES D'EXTRACTION D'IMAGES ASTRONOMIQUES MASQUÉES

Les méthodes logicielles que nous utilisons, pour faire apparaître les images cachées, ne sont certainement pas les seules possibles. Mais elles ont le mérite d'être simples, rapides et ne nécessitent pas d'investissements exorbitants. Les logiciels sont diffusés dans toutes les grandes surfaces. Certains sont même livrés d'office lors de l'achat de certains scanners numériques. Notons que les procédures d'extractions ont beaucoup évoluées, entre les premières images, et celles qui sont traitées aujourd'hui. Voici les techniques de base utilisées. Elles donnent de bons résultats.

On décrit ici les procédures utilisées avec les logiciels ayant donné satisfaction. Cela ne retire rien aux qualités des autres.

Dans tous les cas, pour obtenir des images significatives, il faut impérativement ne traiter que des images en haute résolution; telles celles qui sont fournies par l'ESO à partir des télescopes du VLT.

Compte tenu de ce qui a été obtenu, au travers des images du VLT ou celles du NOAO, on peut espérer que les résultats obtenus seront vite confirmés.

Sur les images en basse résolution, on est toujours déçu, même si par ailleurs l'image est très belle et très significative. C'est hélas presque toujours le cas avec les images du HST.

Notons aussi, que pour certaines images, il peut y avoir intérêt à faire, avant traitement, un filtrage préalable : élimination du bruit, débramage, flou gaussien, etc...

Il n'y a pas de règles absolues. C'est à l'opérateur de "sentir" ce qu'il y a lieu de faire. Mais il ne faut jamais oublier qu'un filtrage, et surtout s'il est excessif, fait perdre de l'information. Mais aussi savoir, que dans une image, trop d'informations, nuit à l'information. Tout est affaire de mesure. Mais cela montre aussi que des traitements purement automatiques ne permettront jamais de déceler ce que l'œil humain peut voir "au vol" pendant les étapes du traitement. C'est une question d'attention. Il faut être à l'affût, comme un chasseur. Et être toujours prêt à adapter le traitement en fonction de ce qui aura été perçu fugitivement.

Un résultat, quel qu'il soit, peut et doit être soumis à la critique. D'abord celle de l'opérateur lui-même. Mais aussi celle des "experts". Le problème est de savoir qui est expert !

En tout cas les artefacts sont toujours possibles. Il est donc, autant que possible, nécessaire de faire un traitement équivalent sur une image semblable issue d'une autre source. Mais souvent les images sont uniques... Alors on fait avec !

On se rendra très vite compte, qu'une image saturée en lumière ne donne pas grand chose. C'est presque toujours le cas des photographies de galaxies, leurs noyaux sont surexposés. Toutes les informations sont donc écrasées. Il vaut donc infiniment mieux ne traiter que des images sous-exposées. Les nébuleuses donnent presque toujours des résultats intéressants. Les nébuleuses planétaires aussi. Les amas de galaxies sont riches de découvertes à faire.

Le traitement des images de planètes ne donne rien d'exploitable. D'autant que les satellites y vont voir de très près.

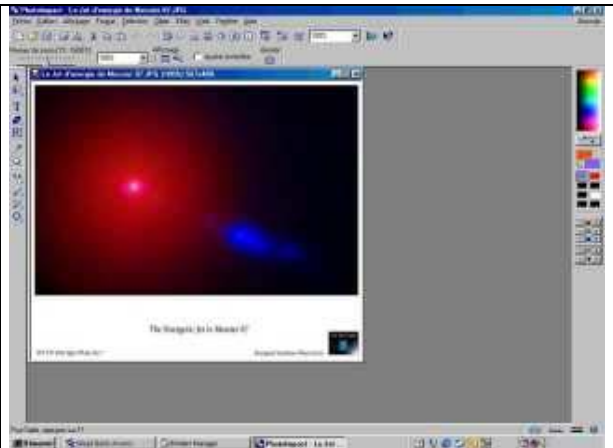
Bonne chasse !

LES TRAITEMENTS :

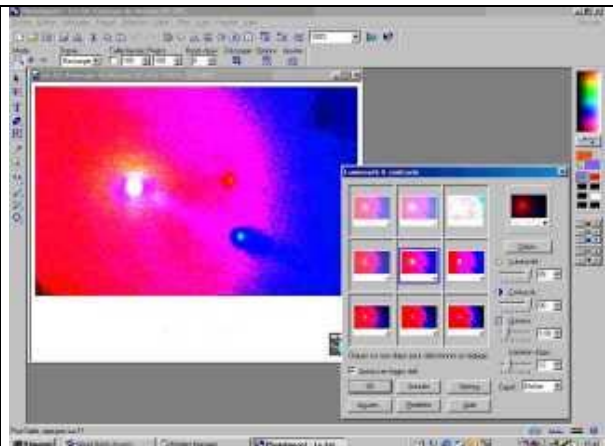
Note préalable: Nous disposons d'un ordinateur PC Pentium II sous Windows 98, avec 128 Mo de mémoire vive et de disques durs rapides de haute capacité. C'est un minimum car le traitement d'images est toujours très gourmand en ressources. Il faut le savoir. Certains traitements sont très longs. Il faut souvent s'armer de patience, même avec une machine rapide.

1 Ulead PhotoImpact 5.0

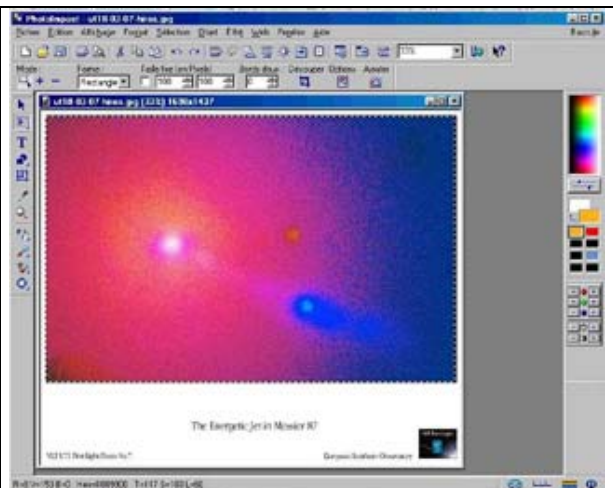
Dans la barre de menu principal, cliquer sur : Fichier, Ouvrir, "nom de fichier", Ouvrir. L'image apparaît dans la fenêtre. (ici il s'agit de M 87 repris du site de l'ESO)
 Dans la barre de menu secondaire, cliquer sur le bouton-poussoir, repéré par un petit soleil à demi masqué, [Luminosité et Contraste]. Le panneau de réglage correspondant apparaît.



Dans ce panneau, régler les valeurs de luminosité et de contraste à :
 Luminosité: 89
 Contraste : 90
 D'autres valeurs sont possibles. Certains objets apparaissent plus ou moins nettement selon ce qui aura été choisi.
 Pour valider, cliquer sur [OK]. Ensuite on peut utiliser des effets particuliers tels que "tracer les contours". Les résultats peuvent être spectaculaires.



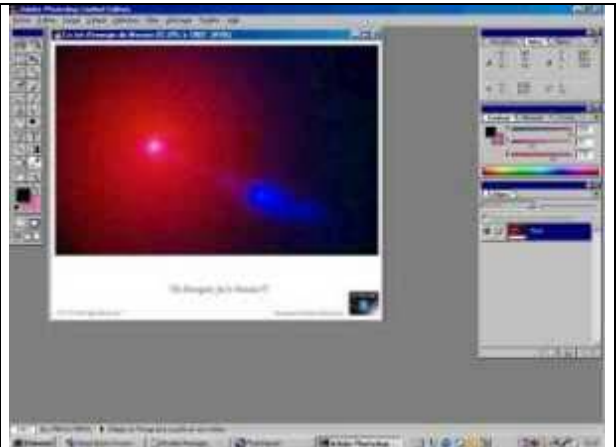
Une autre possibilité, qui donne souvent de bons résultats, est d'utiliser la procédure d'égalisation, seule ou mieux, conjointement avec d'autres traitements :
 Dans la barre du Menu principal, Cliquer sur "Format", "Egaliser"
 Le résultat est parfois passionnant !
 Il ne faut pas hésiter à l'améliorer en jouant sur la luminosité et le contraste.



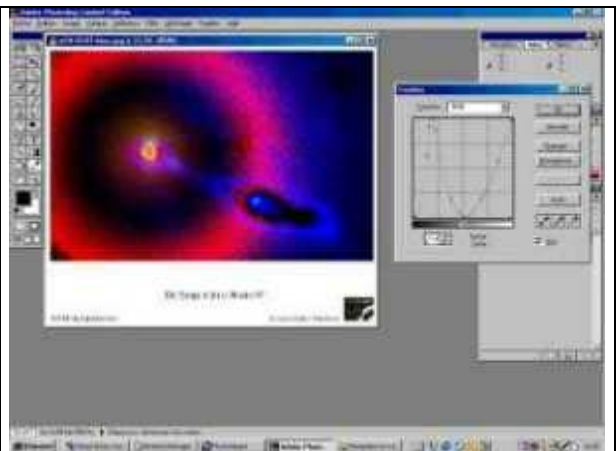
2 Adobe Photoshop 5.0 LE

Dans la barre de menu principal, cliquer sur : Fichier, Ouvrir, "nom de fichier", Ouvrir. L'image apparaît dans la fenêtre.

Dans la barre de menu, cliquer sur [Image, Réglages, Courbes]. Le panneau de réglage correspondant apparaît.



Dans le panneau une ligne droite en diagonale apparaît. Cette droite peut être modifiée au gré de l'opérateur. En cliquant sur cette courbe, en différents points, on peut générer des points de contrôle qui permettent de faire des modifications. Il suffit de cliquer sur un de ces points, de maintenir le bouton de la souris, et de déplacer ce point pour faire les modifications souhaitées.

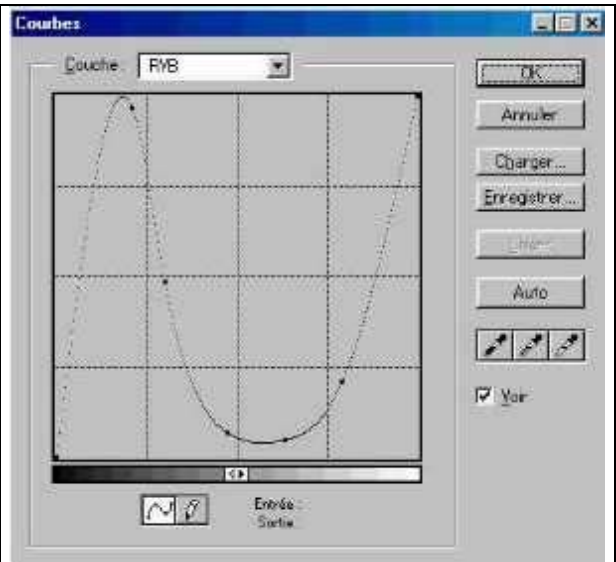


L'exemple qui est affiché, ci-dessus, permet de se rendre compte de ce que l'on peut obtenir. Il est évident, que les objets visualisés dépendent de la forme de la courbe définie.

Cliquer sur [OK] pour valider.

Des traitements ultérieurs, permettent de renforcer les résultats.

Cette courbe peut être sauvegardée en cliquant sur le bouton poussoir "Enregistrer" puis relue en cliquant sur "Charger". C'est un de ses points forts.



NOTES:

La méthode par "Luminosité/Contraste" utilisée avec Ulead PhotoImpact est aussi applicable avec Adobe Photoshop. Les résultats sont strictement identiques.

La méthode des "Courbes" existe aussi sous Ulead PhotoImpact. "Format, Mapped de Teintes".

La méthode par "Egalisation" est aussi disponible sous Adobe Photoshop. Les résultats sont strictement identiques.

Mais on montre, en utilisant deux méthodes et deux logiciels différents, qu'il n'y a pas qu'un algorithme possible, et encore moins qu'un seul logiciel utilisable.

L'explication technique des résultats obtenus est claire. Même si l'on ne connaît pas les algorithmes utilisés par les concepteurs de ces logiciels.

Dans tous les cas on joue sur des rapports de contrastes, soit de luminosité, soit de tonalité. La méthode des tonalités est la plus performante. Elle est à la fois puissante et subtile. Et comme son utilisation est aisée sous Adobe Photoshop, c'est celle que de loin on préfère. D'autre part le fait de pouvoir sauvegarder les courbes de tonalités est un atout essentiel.

Toutefois sous Ulead PhotoImpact, les procédures de filtrages sont plus nombreuses, plus efficaces. On utilise donc les deux, selon les besoins.

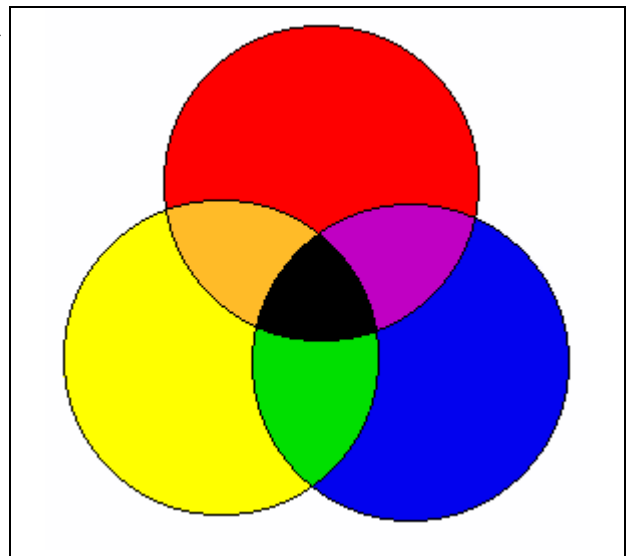
En conclusion, ce qui apparaît surtout, c'est que l'on ne peut pas toujours confier à un système purement automatique et selon des critères totalement mathématiques (série de Fourier, déconvolution) ce genre de recherche. Il faut un "aller retour" permanent entre l'homme et la machine. Il faut l'œil humain pour valider une image plutôt qu'une autre. Cela relève autant de l'Art que de la Science. Évidemment cela peut aussi poser des problèmes. Qu'est-ce qui est artefact, et qu'est-ce qui ne l'est pas ? Mais les résultats obtenus ainsi sont à rapprocher de l'histoire du singe qui tape au hasard sur une machine à écrire. Quelle est la probabilité pour qu'en 15 milliards d'années il nous ponde "Roméo et Juliette" ?

Quelle est la probabilité pour que les images obtenues, par ces moyens, soient des artefacts alors qu'une telle cohérence logique s'en dégage ?

Validation de la Méthode

Pour comprendre le fonctionnement de la méthode d'extraction, il faut se souvenir des lois de compositions graphiques des couleurs. Celles-ci sont rappelées dans la figure ci-contre.

Avec la fonction "Courbe" utilisée avec Adobe Photoshop, on fait varier les tonalités des couleurs présentes dans l'image. Mais l'astuce est de faire varier les tonalités différentielles de couleurs très proches les unes des autres, de telle sorte que l'amplification des contrastes relatifs, ainsi obtenue, fasse ressortir certains aspects de l'image, qui autrement ne seraient pas perceptibles pour l'œil humain.

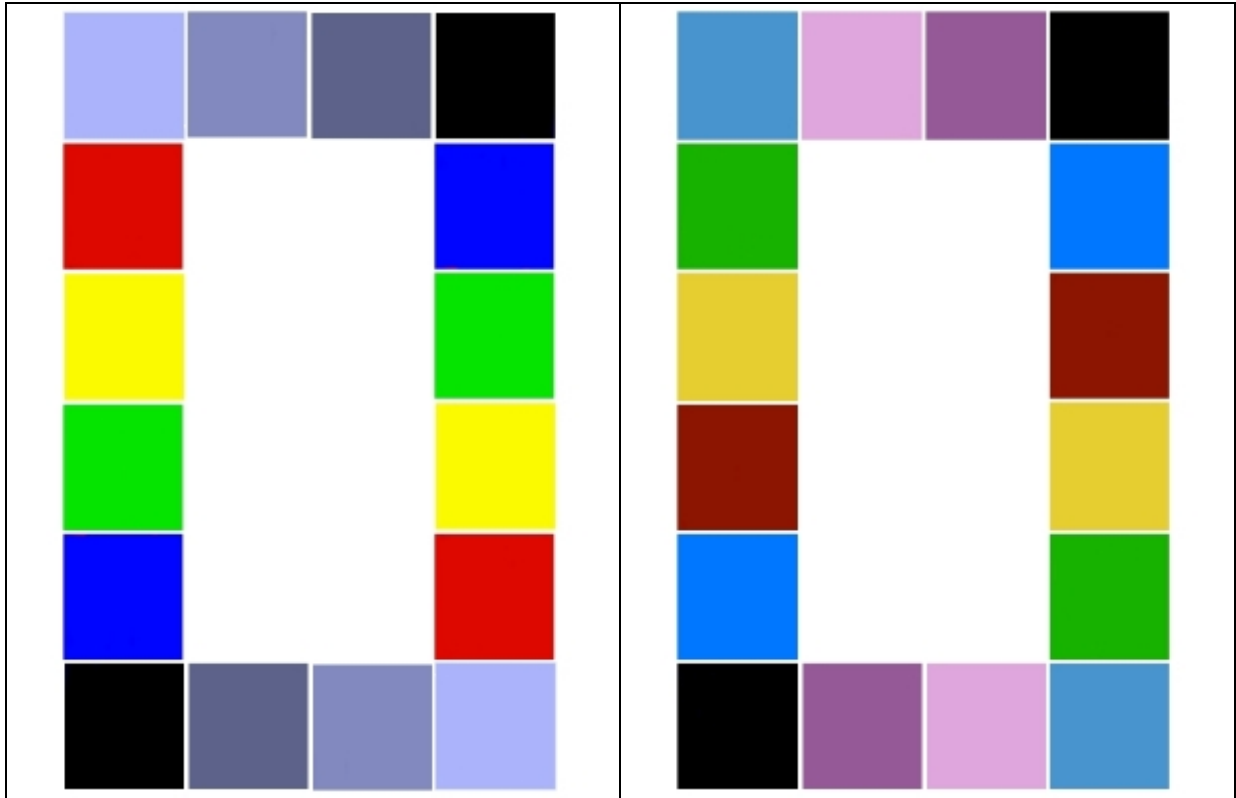


Par principe, ce procédé, utilisé seul, n'est pas susceptible de générer des images artificielles, donc des artefacts. Son inconvénient est que partant de couleurs "naturelles", on obtient des couleurs "artificielles". Mais en astronomie, ce n'est pas vraiment un inconvénient, les couleurs des photographies d'origine étant très généralement "artificielles".

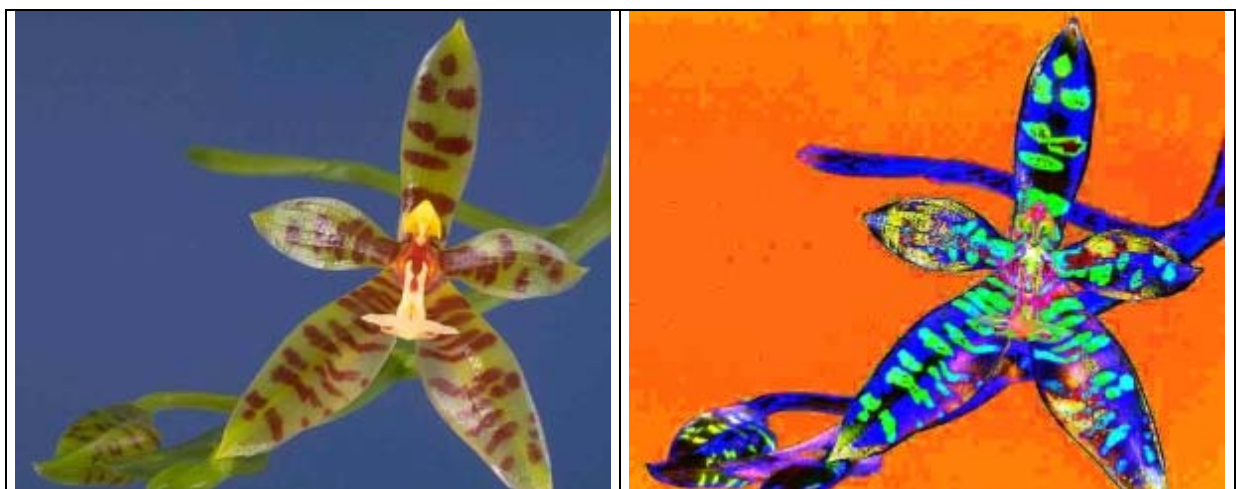
Nous avons vérifié, sur de nombreux exemples, que jamais il n'y a de génération spontanée d'images artificielles. Jamais les pixels, quels que soient leurs alignements, ne génèrent par eux mêmes des artefacts. Les exemples ci-dessous en sont l'illustration. Les images d'origine sont toujours préservées. Lorsque des modifications apparaissent, ce n'est que lors de la compression finale des images à certains formats, JPG en particulier. Mais cela ne devient gênant qu'avec des taux de compression élevés. Jusqu'à 50 % les distorsions restent généralement acceptables.

L'exemple, ci-dessous, montre les variations de tonalités obtenues. A gauche l'image d'origine, à droite l'image finale. On voit que les variations de tonalités peuvent mener jusqu'à l'inversion vers la couleur complémentaire: Rouge → Vert par exemple.

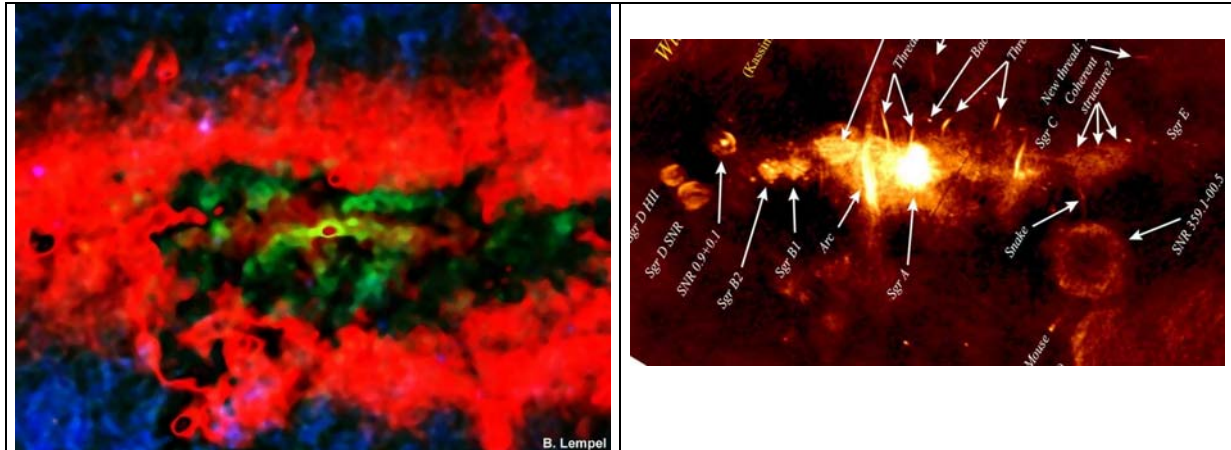
Cette méthode ne prend toute sa signification et toute sa puissance qu'avec des images "couleur". En monochromes elles donnent quand même souvent de bons résultats. L'effet obtenu devient alors équivalent à une accentuation par la méthode de réglage des "Lumière - Contraste".



Voici une orchidée, avant et après traitement. L'orchidée est restée une orchidée. Ce qui a changé ce sont les couleurs. Et surtout les contrastes entre ces couleurs. C'est ainsi que des détails peu visibles sont mis en évidence. Observez le fond, des nuances insensibles, dans l'image d'origine, sont apparues. Ce n'est pas un artefact. Ces nuances existent bien.



Et Maintenant notre galaxie, la Voie Lactée en Infrarouge, présentée par ailleurs. Nous vous montrons ici, cote à cote l'image après traitement (à gauche) et l'image radio du VLA, (à droite). Il n'y a pas de meilleure validation d'un procédé, que sa confrontation avec d'autres méthodes déjà validées. Notez qu'ici l'image du VLA a été redressée afin de faciliter les repérages visuels.



Limites de la Méthode

L'expérience montre que cette méthode d'extraction se montre très performante sur des images diffuses, galaxies, nébuleuses planétaires, jets, amas d'étoiles, amas de galaxies, nuages de gaz et de poussières, etc. le cas de M87 en est un exemple d'école. Mais elle ne permet pas de voir ce qui n'est pas déjà présent dans la photographie initiale. Elle ne permet pas d'extraire de l'information de l'image d'un objet compact comme une planète. Ce n'est pas une méthode statistique, ou mathématique. Cela reste une technique de photographe. Avec tout le "savoir faire" d'un métier. Nous en profitons ici pour rendre hommage à Guy Subra, photographe et typographe, homme de talent qui nous a appris son art et sa technique et hélas disparu trop tôt.

LES ARTEFACTS

Il y a "artefacts" et "artefacts":

- Ceux qui sont éventuellement générés par notre traitement informatique sur l'image.
- Ceux qui sont déjà inclus dans l'image avant ce traitement, et que le traitement révèle.
- Ceux qui sont générés par la compression des fichiers réalisée par les observatoires avant leurs publications.

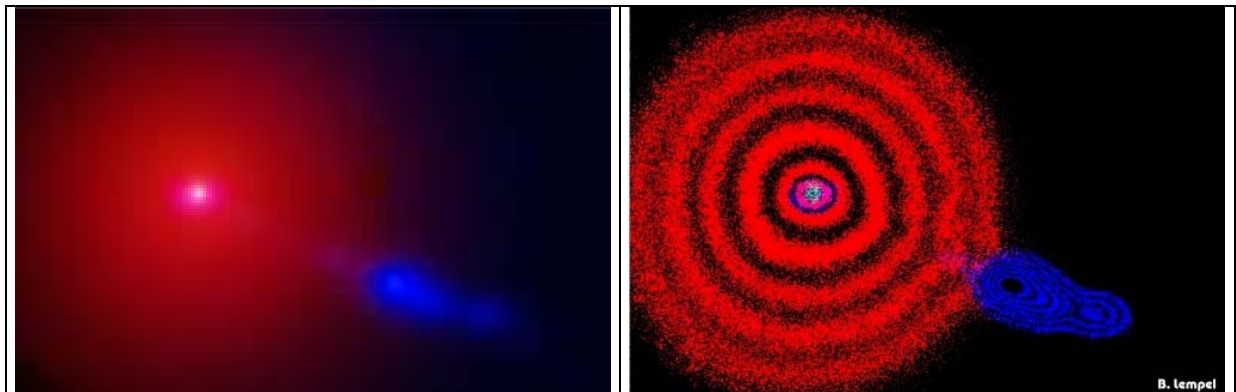
Examinons quelques exemples des trois cas, afin d'en tirer quelques conclusions utiles.

Artefacts dus au traitement :

Aucun véritable exemple disponible à ce jour. (15/09/2000). En effet, à chaque fois que des choses en apparence étranges sont décelées, il apparaît, dans tous les cas, qu'il s'agit d'objets ou de phénomènes bien réels, reliés aux objets photographiés. On trouve toujours un lien avec la photo originelle et souvent une explication rationnelle. Mais parfois cette explication est "Hors Normes". C'est un fait qui dérange. Mais les faits sont là. Et comme on ne travaille pas pour plaire ou pour déplaire aux uns ou aux autres, on admet les faits tels qu'ils sont.

L'exemple d'artefact que l'on présente ci-dessous, a été obtenu par la méthode des "Courbes" avec Adobe Photoshop. Il révèle un phénomène physique bien réel dans la galaxie M87.

Malgré les apparences, Ce n'est pas un artefact. Il montre que la méthode peut, dans certains cas, être utilisée pour évaluer le gradient de luminosité du gaz, et donc le gradient de densité du gaz dans un jet de plasma, dans une nébuleuse planétaire ou dans une galaxie...

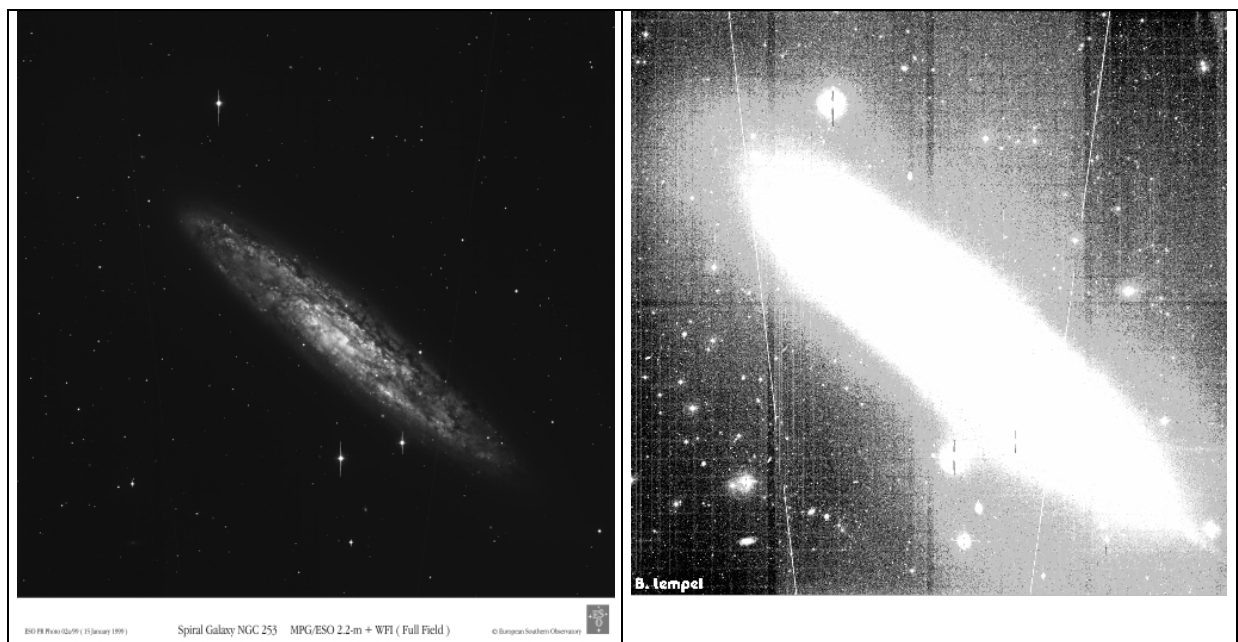


Artefacts contenus dans l'image:

Là on dispose de nombreux exemples. C'est très surprenant de voir comme certaines images conservent des "signatures instrumentales" qui permettent d'identifier leurs origines ! Et surtout les méthodes qui ont présidé à leur fabrication. Les exemples, montrés ci-dessous, sont presque caricaturaux. Mais ils valident, à contrecoup par leur existence même, la méthode utilisée. Ils sont choisis, à dessein d'origines diverses, pour montrer que ces artefacts ne sont l'apanage d'aucune source en particulier.

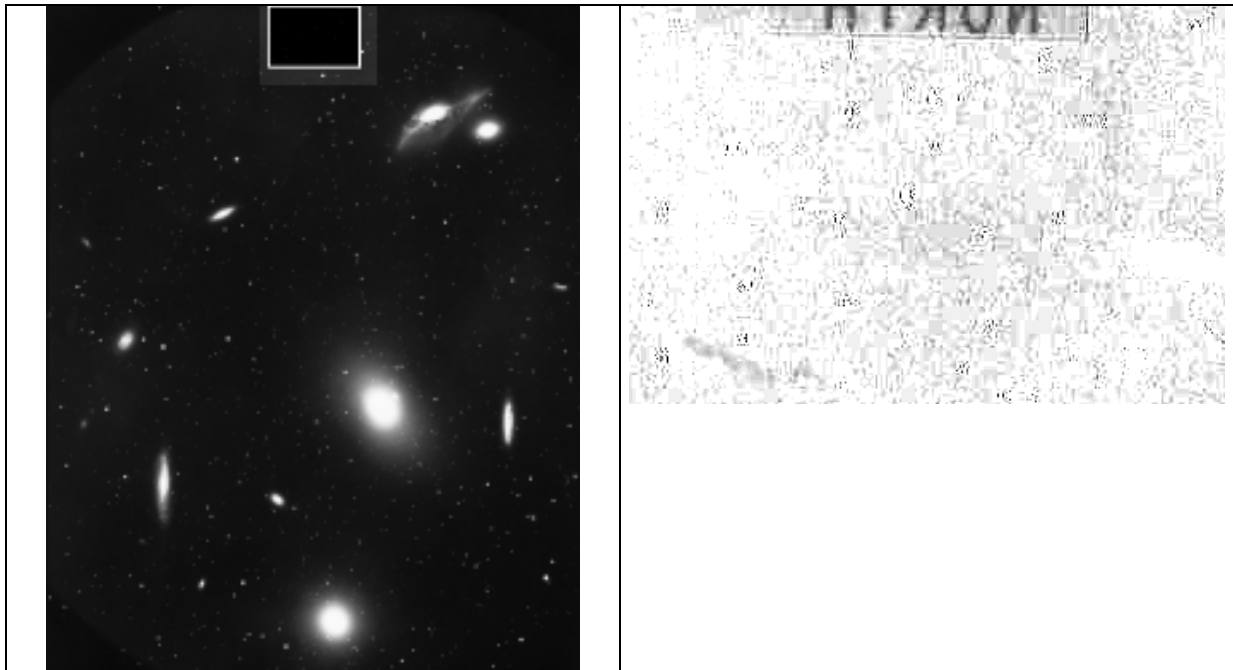
- 1er exemple: NGC 253 (VLT)

Le traitement de l'image de cette galaxie permet d'en faire apparaître non seulement les dimensions réelles, mais aussi pas mal de choses incongrues. D'abord deux lignes diagonales qui sont, après demande d'informations auprès d'un responsable de l'ESO, les traces laissées par le passage d'un ou deux satellite(s) artificiel(s) pendant la pose. Mais ce qui est encore plus extraordinaire, c'est le double carroyage qui apparaît et qui sont les traces archéologiques de la fabrication de cette photographie.



- 2ème exemple: Virgo Cluster (NOAO)

Cette image présente, après traitement, de nombreuses anomalies. La plus criante apparaît dans la zone repérée par le rectangle. Il s'agit manifestement d'une étiquette transparente, avec un texte, collée au dos de la plaque photographique. La numérisation a été faite sans trop de précautions, sans recadrer correctement. Pour déchiffrer ce texte il faut le regarder en utilisant un miroir. Le mot qui est manifestement inscrit est "NORTH". On en comprend aisément la raison de sa présence !



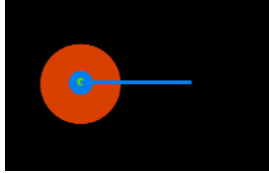
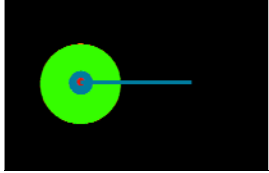
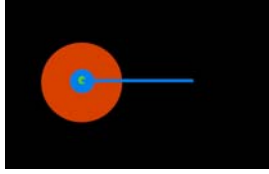
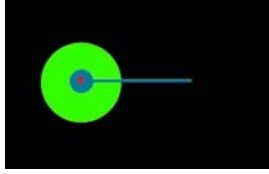
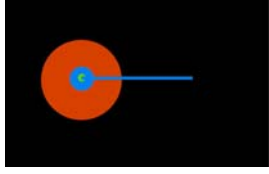
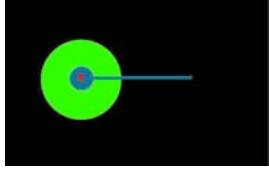
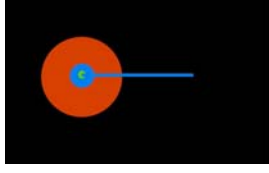
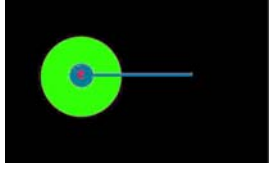
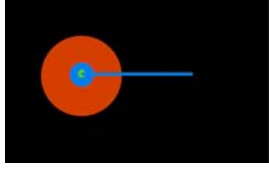
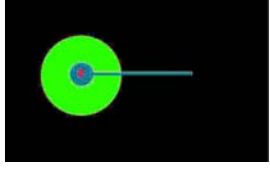
Artefacts apportés par la compression informatique des fichiers d'images.

Ces artefacts sont, eux aussi inclus dans les images. Ils sont apportés par les méthodes de traitements intermédiaires entre la prise de vue et la création de l'image numérique finale. En particulier par les **techniques de compression**.

Le cas le plus connu est la compression au format **JPG**. Plus le taux de compression est élevé, plus ces artefacts sont importants.

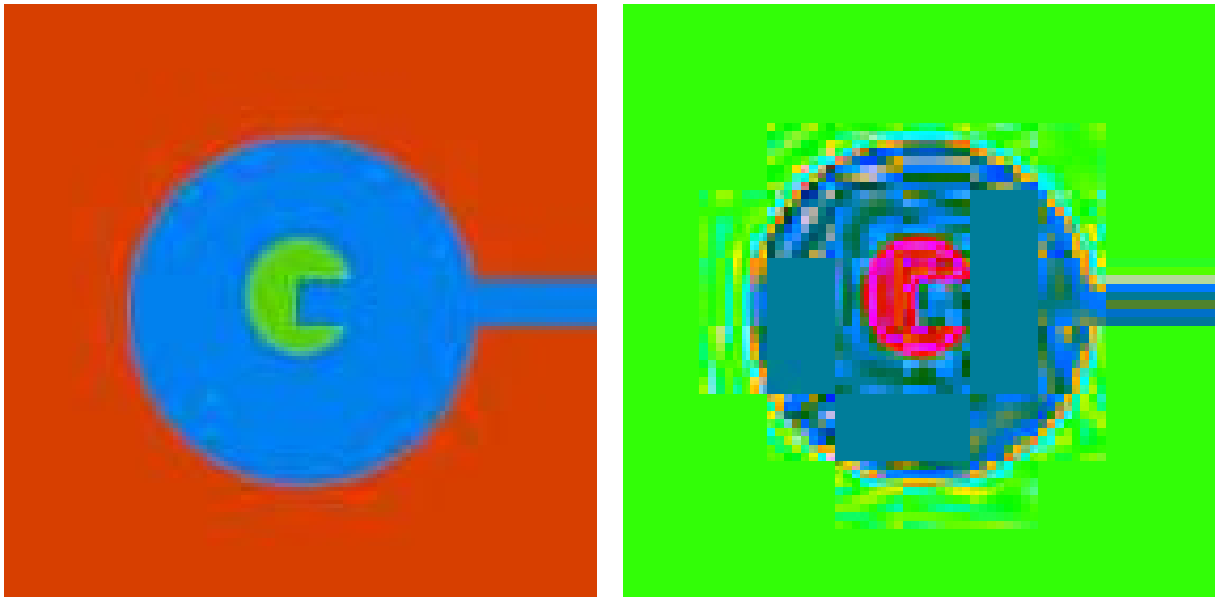
Les essais que nous avons réalisés sur une image de référence au format TIFF en RVB, créée dans ce but, et ayant les caractéristiques suivantes: dimensions 898 x 585 pixels, 41330 octets, sont très révélateurs. On a alors converti cette image au format JPG avec des taux de compressions s'étageant de 0 à 75 % a été réalisée. Sur chaque image obtenue, on a effectué le traitement informatique décrit précédemment. Ce qui a permis d'accentuer les artefacts, sans les dégrader.

Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus :

	Avant traitement	Après traitement	Commentaires
TIFF	41330 octets 	56668 octets 	Il n'y a pas de modification perceptible de la qualité de l'image, même avec un fort grossissement.
JPG 0 %	28488 octets 	47406 octets 	La qualité de l'image JPG n'est pas dégradée de manière significative, L'image traitée ne montre pas de dégradation perceptible.
JPG 25 %	15061 octets 	59149 octets 	Avec un œil exercé, l'image JPG montre de très légères dégradations. mais pas au point de créer des artefacts. L'image traitée montre ces mêmes dégradations mais contrastées.
JPG 50 %	13289 octets 	56491 octets 	Avec un œil exercé, les dégradations de l'image sont un peu plus nettes. Mais après traitement elles sont bien mises en évidence.
JPG 75 %	11922 octets 	52801 octets 	Les dégradations sont inacceptables, et l'image traitée les met encore plus en évidence.

L'augmentation de la taille des fichiers compressés est due au traitement postérieur.

Voici un exemple traité et zoomé des dégradations apportées par la compression JPG à 50 % (voir le tableau précédent).

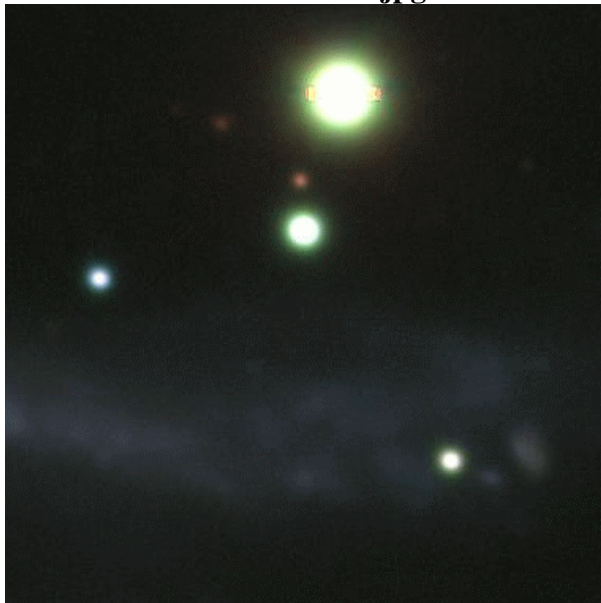
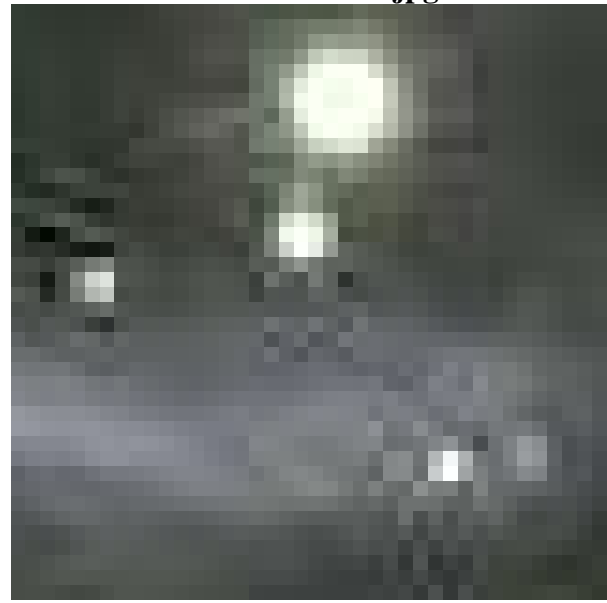


La structure des dégradations est la même dans les deux cas. Mais elle est très bien mise en évidence dans l'image traitée.

Cette structure est très caractéristique de la compression JPG. On est en présence d'une véritable signature qui ne peut pas tromper. (Apparition de zones rectangulaires tachées de pixels de densités et de couleurs variables).

Ces artefacts ne sont présents que dans les zones de transitions de couleurs ou de luminosité. Ils sont limités en dimensions en fonction du taux de compression. Autrement dit, dans une image de grande dimension, et si les zones de transitions sont peu nombreuses, ces artefacts ne sont pas obligatoirement gênants. Ainsi, avec le même taux de compression, une image de 1024 x 768 pixels peut se révéler tout à fait acceptable, alors qu'une image de 100 x 100 pixels peut se révéler inexploitable. Aussi un examen préalable de l'image à traiter est indispensable pour déceler ce genre de signature.

Voici un exemple réel d'images compressées issues du **NOAO**, (groupe de galaxies Arp 102). Les deux images ci-dessous sont des extraits fortement grossis de la zone à l'extrémité du bras galactique de droite dans ces images.

Extrait de **a102.jpg**Extrait de **a102b.jpg**

L'image de gauche est évidemment parfaitement utilisable pour effectuer un traitement informatique, celle de droite ne l'est absolument pas.

Notons ici que ces artefacts n'ont rien de commun avec ce qui a été détecté dans le noyau de la galaxie M 87. En particulier **on ne voit pas apparaître de tore ou de jet**.

CONCLUSIONS

- Cette méthode d'extraction a ses limites. On ne peut pas utiliser une image JPG trop fortement compressée. 50 % est vraiment un maximum. La conversion simple de TIFF à JPG sans compression permet d'obtenir des images de tailles réduites, sans altérer l'image.
- Il est impératif d'examiner attentivement l'image que l'on veut traiter afin de s'assurer que des artefacts de compression ne sont pas présents.
- Cette méthode ne génère pas, par elle-même, de véritables artefacts. Elle en révèle parfois qui sont déjà inclus dans les photographies d'origines.
- Les images obtenues peuvent présenter des problèmes d'interprétation. L'exemple de M 87 avec les courbes d'équidensités en est un exemple caractéristique. Toutes les images traitées peuvent présenter ce phénomène à des degrés divers.
- Ce n'en est pas moins un outil puissant permettant de révéler des phénomènes inattendus, mais à la condition de savoir interpréter les résultats obtenus.

BIBLIOGRAPHIE

1. [**It May Look Authentic; Here's How to Tell It Isn't**](#) Cet excellent document montre comment des manipulations frauduleuses peuvent être décelée, simplement par les artefacts générés. Toutefois, le lecteur remarquera qu'un traitement, réalisé avec prudence, est parfaitement légitime, surtout s'il a pour but de mettre en évidence des phénomènes qui autrement resteraient invisibles.
2. [**Images et graphiques pour le web**](#) - Jean-Claude SOHM - [**CERIG / EFPG**](#) (28/11/2003).
3. [**Forum des Sceptiques du Québec - la cosmologie révisée par Photoshop**](#). Nous ne sommes jamais intervenu directement dans ce forum. Des opinions souvent très critique sur la méthode décrite ici, ont été exprimées. Nous en avons tenu compte pour améliorer cette méthode et pour éviter certains pièges. Nous tenons à remercier tous les intervenants et plus particulièrement l'un d'entre eux qui nous a tenu informé.