

UNE APPROCHE RÉSOLUMENT PRAGMATIQUE DE LA STÉRÉOSCOPIE.

Non, ce document n'a pas du tout la prétention de vous faire découvrir la stéréoscopie, à ce titre il serait presque du genre à "défoncer une porte ouverte". La reconstitution de l'espace en usant de la vision binoculaire est presque aussi ancienne que l'invention de l'eau chaude ! Par contre, ce manuel pourrait parfaitement s'intituler : "La stéréoscopie pour les nuls". Les pages qui suivent ne seront pas encombrées de théories pointues, d'équations mathématiques sans fin. Bien au contraire, ce n'est pas une thèse de doctorat,

l'approche se veut totalement pratique

et s'apparentera plus à une activité

cent pour cent loisir, en

écartant toute nécessité de

compétences particulières.

En contre partie, pour la

fabrication du stéréoscope

proprement dit, une

boulimie d'images, de

dessins et de petits conseils

pratiques viennent encombrer

les pages de ce document, pour

être certain que ceux qui vont tenter

"l'aventure" arriveront du premier coup à la réalisation parfaite de leur visionneuse. Rassurez-vous, si la gestation de ce projet a exigé deux années pour finaliser l'instrument dans son stade de développement actuel, pour acquérir le savoir faire actuel lors des prises de vue et du traitement informatique des images, maintenant que tout est au point, reproduire, copier, dupliquer, sera un jeu d'enfant. L'aspect matériel est en fin de compte infiniment plus simple que je ne l'avais imaginé quand j'ai effectué mes premières tentatives.

Concrètement, "l'aboutissement victorieux" dans cette activité relève au départ d'un rêve d'enfant. Il faut remonter vers les années 60 pour revivre l'époque où des petits appareils tel que celui de la Fig.1 étaient vendus à des sommes presque abordables dans de nombreux magasins en tout genre. On trouvait dans toutes les boutiques de souvenirs qui encombrant les lieux touristiques, des plaquettes d'images stéréoscopiques, permettant au visiteur d'emporter avec lui un peu de la magie des lieux qu'il venait de contempler. Les années ont passé. L'engouement du public pour cette catégorie de photographie

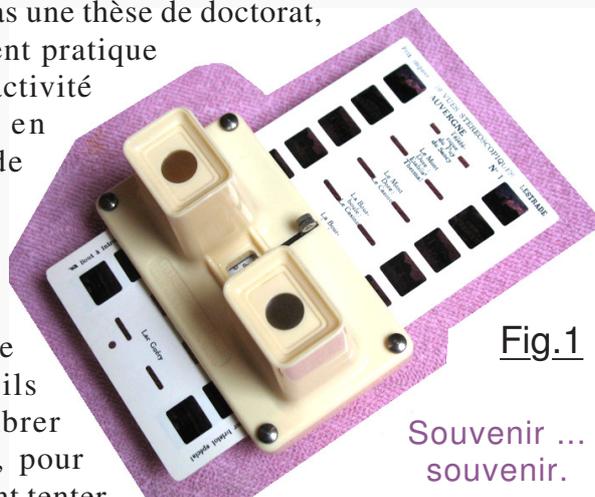


Fig.1

Souvenir ...
souvenir.

particulière s'est évaporé. Les ustensiles optiques de cette époque ainsi que les plaques cartonnées d'images associées ne se trouvent plus guère que dans des vides greniers ou lors de ventes sur l'Internet.

Pourtant, la fascination pour le relief reste toujours aussi vive, il suffit de se promener un peu sur "la toile www" pour s'en convaincre.

A l'instar de la musique, la stéréoscopie est à l'image, ce que la stéréophonie est pour le son. Il suffit d'écouter un poste de radio TSF de qualité, avec un haut parleur de taille suffisante, pour bénéficier de l'audition d'un orchestre plus que satisfaisante. Depuis les graves jusqu'aux aigus, tout le spectre est correctement restitué. Puis, on passe en stéréophonie ... quel contraste. Au bout d'une demi-heure, si on revient au mode monophonique, brusquement, ce qui avant semblait tout à fait convenable devient totalement insipide. Plat. Ce phénomène accompagne tout "retour en arrière". Pour notre orchestre, si la complicité des instruments n'est pas ternie, on a toutefois perdu le volume. Plus moyen de savoir que le violon solo est à gauche, que le piano-forté occupe la place centrale et que la harpe voisine le violoncelle tout au fond à droite. L'espace s'est envolé.

L'image stéréoscopique n'échappe pas à ce phénomène. Lors de nos premières tentatives de reconstitution du relief on est charmé, enthousiasmé. Pouvoir presque toucher du doigt cette réalité spatiale relève quasiment de la magie.

Puis, abandonnant l'optique de reconstitution pour regarder l'image de façon banale, le contraste est frappant. Cette merveilleuse scène en relief, observée comme une simple photographie ordinaire perd tout son charme. Elle est redevenue quelconque. Elle a en fait égaré sa vérité, sa vie, pour s'enliser dans une platitude tristounette.

Bon, c'est décidé, à nous les grands espaces, passons aux actes !

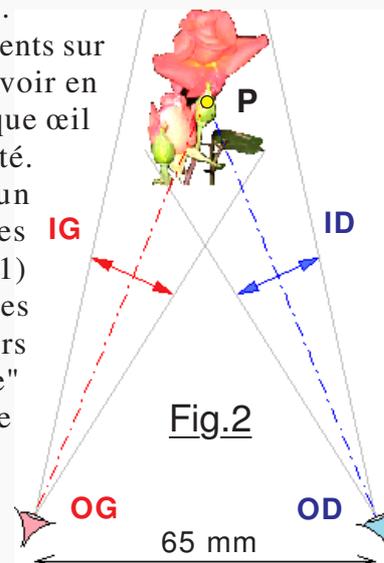
UN TOUT PETIT PEU DE THÉORIE.

Contrairement à ce que risque de s'imaginer une grande majorité de lecteurs, la vision en relief de notre environnement n'a absolument pas pour fondement la vision binoculaire. Si c'était le cas, le monde qui nous entoure deviendrait tout plat dès que l'on ferme un œil. La vue est un sens infiniment plus subtil que ça, utilisant entre autre la polarisation de la lumière, sa cohérence et bien d'autres aspects physiques fastidieux à énumérer. Par contre, la reconstitution inconsciente du relief à partir de la vision stéréoscopique est fondée sur une tricherie, sur un leurre qui proposé à notre cerveau va engendrer la reconstitution physiologique de l'espace. C'est uniquement parce que nos neurones sont dotées de facultés particulières, que notre "mental" va nous faire croire à de la vision spatiale. Il en est de même

pour une photographie banale. Vous avez parfaitement reconnu sur le papier Tante Colette. Mais on peut toujours montrer un superbe agrandissement du maître à son chien fidèle, le toutou restera strictement sans réaction. En effet, sa matière grise n'effectue pas le traitement idoine, l'animal n'y observe que des tâches colorées et non comme pour nous une image significative.

La vision stéréoscopique assoit ses fondements sur cette particularité du cérébral humain, à "voir en volume" pour peu que l'on présente à chaque œil séparément ce qu'il recevrait dans la réalité.

Considérons la Fig.2 qui représente un observateur admirant une belle rose. Ses deux yeux étant séparés d'environ 65mm, (1) son regard étant focalisé sur le point **P**, les deux optiques biologiques convergent vers ce dernier. L'œil de gauche **OG** "enregistre" l'image **IG**, celui de droite **OD** s'imprègne de l'image **ID**. Supposons qu'avec un œil technologique on enregistre ces deux vues. Si maintenant avec un dispositif quelconque on présente à **OG** l'image **IG** et à **OD** sa sœur **ID**, la personne va "voir en relief". C'est le miracle, et surtout le principe de base de la stéréoscopie. Pour arriver à ce résultat il faut :



A) Enregistrer **IG** et **ID** : Un appareil photographique et deux clics !
 B) Développer ces deux images sur un support commode et peu onéreux.
 C) Présenter à chaque œil séparément et de façon confortable les deux images du couple stéréoscopique **IG** et **ID**.

(1) Morphologie du visage HUMAIN :

Quel que soit la nature d'un appareil optique envisagé, sa conception découle inévitablement de la façon dont il sera utilisé. Dans le cas du stéréoscope, l'un des paramètres les plus pertinents est la distance qui sépare le centre optique de nos deux yeux. N'importe quel opticien pour ajuster des lunettes commence par mesurer trois valeurs dont voici celles qui me concernent :

Écart entre les yeux : 65 mm. Écart droit : 33,5 mm. Écart gauche : 31,5 mm.

Comme le stéréoscope ne se porte pas sur le nez, les deux derniers paramètres sont sans importance. Par contre, pour l'écartement entre les deux optiques j'ai adopté cette valeur, façon comme une autre de personnaliser mon appareil. Il vous sera possible d'en faire autant, mais sachez que d'un individu à un autre elle ne change pas beaucoup, et compte tenu du champ visuel de l'optique adoptée, quelle que soit la personne qui regarde, l'appareil conviendra parfaitement. À titre indicatif, sur le petit stéréoscope du commerce montré sur la Fig.1 l'entraxe adopté est de 64 mm, mais le diamètre de l'optique utilisable est plus petit. En résumé, 65mm sera tout à fait fonctionnel pour l'appareil décrit.

Passons à la concrétisation matérielle de ces trois étapes élémentaires de notre processus de loisir.

A) ENREGISTRER IG ET ID.

Quand, étant gamin, je caressais le doux espoir inaccessible de posséder un jour une merveille du type de celle de la Fig.1 avec sa bibliothèque d'images, la notion de photographies était très réductrice. On en était aux technologies argentiques, et un rouleau de pellicule pour douze poses confinait déjà à un luxe presque outrancier. Aussi, seules de rares occasions familiales importantes justifiaient une à deux fois par an une telle dépense.

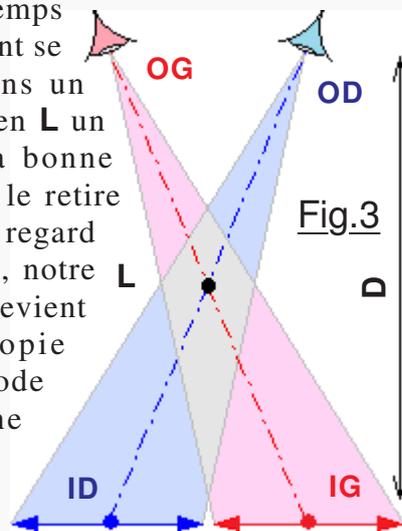
L'avènement de la micro-informatique est venu tout chambouler, et engendré une véritable révolution qui résout royalement les étapes A et B. Le silicium a tout envahi, il impose son omniprésence tout azimut. Dans un premier temps, les ordinateurs ont commencé par gérer l'intégralité de notre vie de tous les jours, sauvagement il faut bien le reconnaître. Initialement, c'était sous la forme de monstres technologiques qui décidaient de notre futur médical, financier, fiscal ... Puis, ces calculateurs infatigables, froids et sans humanité ont fini par se domestiquer.

Actuellement, on peut presque affirmer que l'on trouve un P.C. dans presque toutes les chaumières. Ils se sont amadoués et sont devenus aptes à rendre service au quotidien, et trônent en maîtres incontestés sur le territoire de nos loisirs. Du mariage entre les monstres d'antan et de l'ultra-miniaturisation, en a résulté l'enfantement de microbes binaires qui n'ont de dérisoire que leur encombrement. La puissance de traitement de ces puces électroniques n'est plus à démontrer et leur présence se constate depuis le grille-pain jusqu'au store électrique. L'accouchement d'appareils photographiques numériques proposés à des tarifs plus que "populaires" s'accompagne d'une véritable révolution dans le monde de la photographie. On peut actuellement immortaliser gratuitement autant de plans que l'on veut. Le rarissime hors de prix a laissé sa place à une boulimie artistique, fille d'un consommable quasi gratuit ... tant mieux pour le commun des mortels.

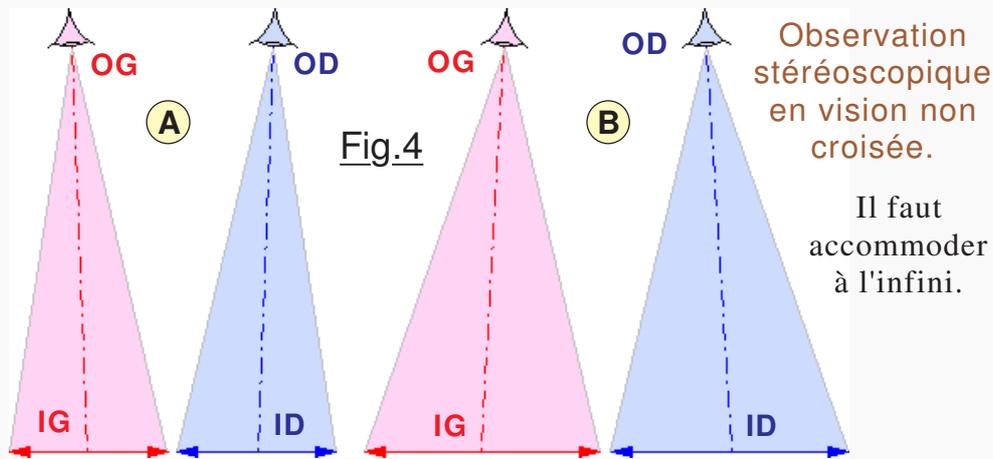
Bref, vous possédez un "numérique", sachant qu'un bas de gamme convient déjà à merveille pour notre application. Votre coin loisir est encombré d'un micro-ordinateur associé à une imprimante, tous les deux issus des modèles de base que l'on relègue sur les étagères les plus reculées du magasin. Fussent-ils des éléments vieillots et dépassés, ces machines informatiques permettent de résoudre allègrement l'étape B. Il ne reste plus qu'à franchir l'obstacle C et à nous la vérité volumique.

C) PRÉSENTER À CHAQUE OEIL "SA PERSPECTIVE".

N ombreuses sont les technologies et les méthodes qui ont été imaginées et sont toujours utilisées pour observer des couples stéréoscopiques afin de reconstituer "mentalement" le relief. La plus économique de toutes, en terme d'accessoire utilisé, consiste à se passer de prothèse optique. Pas d'ustensile particulier, juste nos deux mirettes. Deux techniques sont applicables. La première consiste à croiser les deux images, celle de gauche **IG** est placée à droite, et **ID** est positionnée à sa gauche. On les observe à une distance quelconque **D** en louchant comme montré sur la figure 3. Pour que chaque œil puisse focaliser sur "son image", il suffit dans un premier temps de loucher vers le point **L** qui globalement se trouve à mi-distance des images. Dans un premier temps il est possible de placer en **L** un doigt, et de le fixer pour adopter la bonne convergence. Puis, progressivement on le retire lentement en cherchant à focaliser notre regard sur les images. Avec un peu d'habitude, notre vue "accroche" rapidement la cible qui devient nette, et la magie de la stéréoscopie s'accomplit. L'avantage de cette méthode simple, c'est qu'elle n'impose aucune optique particulière. L'inconvénient : Toutes les personnes n'arrivent pas à accommoder en vision croisée, et de toute façon un apprentissage plus ou moins long s'impose. Pour finir, regarder un grand nombre de plans génère une fatigue visuelle qui se traduit inévitablement par de la lassitude.



U ne autre façon de procéder conduit à placer les deux images du couple stéréoscopiques comme elles le sont pour un instrument commercial, c'est à dire **IG** à gauche et **ID** à droite. On les observe en accommodant dans un premier temps "à l'infini" jusqu'à ce que notre regard accroche notre cible, comme pour la vision croisée. La figure 4 **A** montre que si la distance entre les deux images est plus faible que l'écart entre nos deux globes oculaires, on observe en légère convergence. Il faut accommoder "au loin" pour pouvoir "accrocher" les images. Si la séparation entre **IG** et **ID** dépasse la distance de nos deux pupilles comme représenté en **B**, alors il faut faire diverger les deux axes visuels ... situation sans issue. Cette méthode n'est donc applicable qu'avec des images de dimensions réduites. L'expérience montre de surcroît, que statistiquement peu de personnes arrivent à la pratiquer avec naturel.

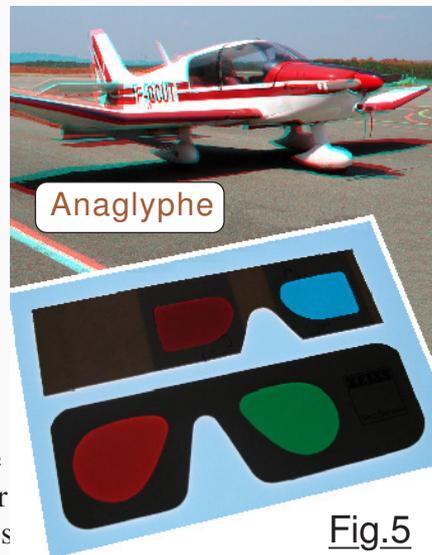


Observation stéréoscopique en vision non croisée.

Il faut accommoder à l'infini.

LES ANAGLYPHES.

Vous connaissez tous cette technique qui consiste à superposer IG et ID, l'une étant monochrome rouge, l'autre en couleur complémentaire verte ou bleue. Pour aiguiller les images vers chaque œil concerné, on intercale des lunettes spéciales munies de filtres colorés. Le masque rouge cache l'image rouge, l'écran bleu efface l'image bleue. On peut avec cette méthode utiliser des images de taille quelconque, et l'observation ne nécessite aucune adaptation. Accommoder à la bonne distance est naturel, l'observation ne s'accompagne d'aucune fatigue visuelle. On trouve en outre facilement sur Internet des logiciels très bien faits et gratuits, destinés à transformer nos photographies polychromes en anaglyphes. On trouve en outre facilement sur Internet des logiciels très bien faits et gratuits, destinés à transformer nos photographies polychromes en anaglyphes. Par exemple sur <http://anabuilder.en.softonic.com/> vous pouvez télécharger une version gratuite de ANABUILDER qui s'avère très facile à utiliser. Toujours sur Internet, on peut se procurer à des sommes dérisoires les lunettes bicolores



telles que celles montrées sur la Fig.5 par le truchement d'une commande en ligne. L'anaglyphe qui se trouve sur la Fig.5 a été réalisée en cinq minutes avec ANABUILDER que je n'avais encore jamais installé sur mon ordinateur, mais les deux images étaient déjà traitées

pour leur format carré et leur centrage. Cette technique fonctionne bien pour des épreuves qui n'ont pas une dominante rouge et verte (Ou bleue) qui s'approche trop de la couleur des deux filtres utilisés.

En somme, l'utilisation des procédés anaglyptiques ne présentent presque que des avantages, et il serait fortement hors sujet ici d'en dénigrer l'approche somme toute très intéressante.

Ce n'est toutefois pas celle que j'ai privilégié pour une raison personnellement rédhibitoire : Il y a perte des magnifiques couleurs de nos souvenirs les plus forts. J'ai toujours été très influencé par la couleur, j'y attache trop d'importance. Alors, abandonnant cette technique tout à fait séduisante, j'ai voté pour une voie un peu plus bricotechnique :

LE STÉRÉOSCOPE.

C'est de loin le mode d'observation respectant les couleurs le mieux adapté et le plus confortable. C'est celui qui permet de bénéficier de l'intégralité de la qualité de nos "tirages". Seul inconvénient ... il faut se le fabriquer, car sauf erreur de ma part un tel dispositif adapté aux dimensions de nos photographies imprimées n'existe pas actuellement dans le commerce.

Pour m'assurer de la faisabilité de la photographie stéréoscopique par usage de moyens totalement amateur, initialement j'ai expérimenté avec le dispositif montré sur la Fig.6 que l'on peut facilement acquérir dans des boutiques et prévu au départ pour un usage astronomique. Ces instruments facilitent

la traque des comètes, une activité fascinante on peut le souligner au passage. Avec son petit télescope, le noctambule passionné photographie une même zone de la voûte céleste à deux ou trois nuits d'écart. En longue pose,



Fig.6

Stéréoscope de poche.

les étoiles enregistrées sur l'image sont innombrables. Si l'un des minuscules point lumineux est issu d'une comète qui se déplace "proche de la Terre", il n'est pas tout à fait à la même position par rapport au reste du ciel qui constitue ne trame figée. Le déplacement de ce "pixel" sur l'image est infime et ne se distingue absolument pas. En observant les deux épreuves en position de couple stéréoscopique avec l'appareil de la Fig.6, le point relatif à notre voyageuse nocturne semble un peu

en avant ou légèrement en arrière des autres grains de lumière. Il s'agit en fait d'une fausse perspective qui facilite grandement la recherche de cette minuscule aiguille dans sa si gigantesque meule de foin.

Ce type de stéréoscope convient très bien, et mes premières images ont immédiatement pris du volume. En **2** un bouton moleté permet d'ajuster l'entraxe entre les deux oculaires, la valeur étant lue sur les graduations de l'échelle **1**. Les deux béquilles rétractables **3** maintiennent les deux optiques à la bonne distance, il suffit de poser l'appareil sur la page comportant le couple **IG** et **ID**. L'inconvénient de cette solution réside dans le fait que les deux images doivent se trouver chacune dans l'axe de son oculaire associé. Les deux oculaires sont séparés d'environ 65 à 66 mm. Par conséquent les deux images placées l'une contre l'autre ne peuvent dépasser cette taille. Une image carrée de 65mm x 65mm présente alors une petite surface. Imprimée avec un périphérique grand public au format de 300 dpi, l'image présente une définition médiocre et l'on discerne le "grain" qui résulte de son tirage sur papier. Autant dire que si vous utilisez un stéréoscope à l'ancienne tel que celui de la fig.1, avec des timbres de 14 mm x 11,5 mm en standard, on n'imprimerait que des paquets de pixels.

*Pour satisfaire l'étape **C** de la page 3 il faut donc :*

- 1) Définir et optimiser l'aspect **B** : Développer les deux images **IG** et **ID** sur un support commode et peu onéreux.
- 2) Se confectionner un stéréoscope optimisé pour admirer nos tableaux en relief.

Cet appareil doit exploiter au mieux les images imprimées, et se plier à un confort d'utilisation total c'est à dire :

- Assurer un éclairage soigné des images.
- Autoriser une observation aisée et sans fatigue visuelle.
- Pouvoir admirer le plan dans une posture ergonomique.
- Faciliter la mise en place ou l'extraction de l'Épreuve visualisée.
- Permettre un rangement facile et "discret".
- Sa mise en œuvre doit être simple, rapide et "naturelle".

(Est-il bien utile de le préciser ?)

Comme la description de l'exemplaire dont je vous propose la réalisation est très détaillée, presque trop probablement dans le but d'en rendre sa fabrication **élémentaire pour tous**, le chapitre qui la concerne est inévitablement volumineux. Réaliser notre stéréoscope ne constitue en fait qu'une sorte de passage obligé, l'essentiel de notre activité va résider ensuite dans la photographie de tout ce qui nous enchante, traiter les images enregistrées afin de les peaufiner et surtout ... les admirer. C'est la raison pour laquelle j'ai préféré reléguer à la fin de cet ouvrage les chapitres relatifs à la réalisation de notre visionneuse. Passons enfin à la pratique.

PETIT LEXIQUE :

Le texte proposé dans ces pages sera forcément coupables de certains sigles que je crois courants. Toutefois, rien n'est prouvé dans ce domaine, et j'ai en sainte horreurs les articles qui fourmillent d'initiales connues de tous, dont bien évidemment j'ignore somptueusement le sens. C'est la raison pour laquelle je crois utile de préciser ici certaines initiales, et pour l'occasion, certaines conventions dont je vais abuser par la suite.

PIXEL : C'est la contraction de "Picture X element". Ce verbiage est issu du fait qu'en reprographie notamment, une image est constituée d'une foultitude de points colorés placés les uns contre les autres. Il suffit pour s'en convaincre de regarder avec une loupe puissante l'image d'un journal, ou tout simplement à courte distance, l'écran de votre téléviseur. PIXEL représente donc un point élémentaire d'une image dont on traduit la définition par sa longueur et sa hauteur exprimées en PIXELs.

DPI : "Dot par Inch". Ce vocable permet de définir la finesse avec laquelle travaille une imprimante. L'unité traduit le nombre de points élémentaires qu'arrive à "dédoubler" la machine utilisée, sur une longueur de un pouce. 300dpi annonce donc une qualité potentielle de 300 points élémentaires possibles sur un segment de 25,4mm de longueur.

OBJET, CIBLE : Dans les explications qui suivent, ces deux mots seront utilisés pour désigner le centre d'intérêt de la photographie réalisée. C'est une facilité d'écriture, "OBJET" pouvant désigner une entité absolument quelconque : Une magnifique fleur, la petite Mélanie, notre si chaleureuse maison ou bien la montagne au loin. En bref, ce que vous immortalisez.

PLAN, ÉPREUVE, TABLEAU, COUPLE STÉRÉOSCOPIQUE : C'est l'association de deux images IG et ID relatives à une même scène convenablement disposées sur une feuille de papier en vue de la regarder avec le stéréoscope.

NOTE : *Il existe bien d'autres méthodes pour visualiser un couple stéréoscopique. On peut par exemple présenter séparément les images par des prismes ou des miroirs. On peut aussi les regarder sur l'écran de l'ordinateur avec une permutation rapide, le port de lunettes électroniques masquant les yeux alternativement ... Certaines sont trop onéreuses, d'autres sont "fatigantes" ou dégradent trop la qualité de la visualisation. C'est la raison pour laquelle elles sont éludées ici.*

LA PRISE DE VUE.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, une grande rigueur pour la saisie des images n'est pas du tout nécessaire. J'ai lu tardivement des articles passionnant sur le sujet, n'ayant pensé à aller fouiner sur Internet qu'une fois avoir totalement abouti dans cette entreprise. J'avoue que ce n'est pas très dégourdi, j'ai dû réinventer le monde. Mais à ma décharge, j'appartiens à ce qu'il convient de nommer le troisième âge, je ne suis pas né avec une souris dans les mains. Du coup, "la toile" n'est pas pour moi un réflexe naturel, et je n'entreprends pratiquement jamais une entreprise en commençant par une visite sur Internet. Cette faiblesse s'est avérée toutefois salutaire. Elle m'a fait ignorer certains propos mis en ligne, au demeurant très bien documentés, qui peuvent laisser penser que la saisie des images stéréoscopiques doit s'accompagner d'une rigueur contraignante, voir délicate. Sans rien enlever à la remarquable qualité de ces articles, le pessimiste risque de croire que le relief est tout compte fait compliqué, et pas à la portée du dilettante occasionnel.

Rassurez-vous, il n'est strictement rien. Ignorant au départ tout sur le sujet, j'ai commencé par photographier à tout va, sans précaution aucune, ayant accumulé, c'est évident, toutes les maladroites possibles et imaginables. Aucune rigueur dans la visée, aucun soin pour l'orientation "en torsion" de mon appareil photo. Un grand nombre de mes plans initiaux constituent la banque bien nourrie des exemples typiques de ce qu'il ne faut pas faire. Et pourtant, il y a en bilan final une proportion dérisoire d'épreuves inutilisables. Pour peu que l'on corrige les aberrations comme expliqué dans un chapitre spécifique, tous s'avèrent très convainquant. En fait, cette naïveté de ma part a clairement prouvé que la prise de vue n'est pas du tout fondamentalement importante, et que la pratique de la stéréoscopie s'accompagne d'une très grande souplesse dans les faits. En réalité, il semble que ce qui reste difficile, c'est de louper complètement une séquence, et je vous assure que je n'exagère pas du tout.

Toutefois, quelques conseils de base vont vous permettre d'éviter les erreurs grossières du débutant, et surtout contribuer à ce que vous enregistriez des images particulièrement belles et adaptées à la stéréoscopie, d'une observation reposante et très artistiques.

RÈGLE ABSOLUE : TOUJOURS PROCÉDER À LA SAISIE DE IG ET DE ID DANS LE MÊME ORDRE.

Ce conseil d'une évidence criarde ne me semble toutefois pas totalement inutile. En effet, comme le numérique est gratuit, on a tendance à saisir un maximum de prises de vues, en se disant qu'il vaut mieux en avoir

de trop que pas assez. En différé, on fait ensuite le choix des plus belles. Je pratique outrageusement cette philosophie boulimique, qui n'a qu'un seul inconvénient ... une consommation significative de temps pour effectuer le moment venu le triage des merveilles et le ménage des médiocres. Un autre aspect pousse à l'inflation. Imaginez que votre promenade matinale vous fige en admiration face à un lieu merveilleux. Clic, clic, le plan est dans la boîte. Si nous étions dans un contexte de photographie ordinaire, en quelques cadrages, l'intégralité des lieux serait figée dans la mémoire électronique, et satisfait, nous continuerions vers d'autres lieux. Mais avec un tantinet de pratique, vous allez rapidement vous rendre compte que le relief présente un aspect pervers et diabolique. Il suffit d'avancer de quelques pas pour que la perspective ne soit plus du tout la même. Quand on "raisonne" relief, on a une vision radicalement différente de celle que l'on pratique lors de la photographie souvenir classique. Du coup, au fur et à mesure que l'on progresse dans notre promenade, les alignements changent, et avec eux la sensation de différence importante sur ce que l'on observe. Conséquence dramatique, à ne vouloir rien laisser perdre, on mitraille tout azimut et la mémoire de notre compagnon électronique s'encombre inexorablement. Si certains couples ont été saisis dans l'ordre G/D et d'autres dans l'ordre D/G, il n'y a plus qu'à déclencher un plan ORSEC, c'est la panique.

CONSÉQUENCES D'UNE IMAGE INVERSÉE.

Non, comme on pourrait éventuellement l'imaginer, le relief ne s'inverse pas. Mais si on a interverti sur notre plan **IG** et **ID**, à l'observation il se produit des bizarreries difficiles à décrire. Certains objets semblent un peu fantomatiques, l'observation de l'ensemble est étrange et peut s'avérer indigeste. On sent bien que quelque chose n'est pas normal sans pour autant que ce soit d'une évidence biblique. En inversant les deux vues, brusquement le couple devient parfait. On a alors cerné le problème. Un cas typique est proposé avec le couple **EXEMPLE 1G** et **EXEMPLE 1D** qui ont été volontairement croisées.



Fig.7

(Enfin, volontairement pour cet exposé, mais lors de la prise de vue j'avais commis réellement l'erreur, c'est à cette occasion que j'ai découvert ce phénomène) Quand vous aurez un moyen de les visualiser, vous comprendrez mieux la narration qui précède. Que ce soit sur la page 11 ou pour les deux images fournies **EXEMPLE 1G** est en fait **ID** et **EXEMPLE 1D** est **IG** lors de la prise de vue. On peut se dire qu'une logique simple permet de retrouver l'ordre d'un couple. Par exemple, sur la Fig.7, il est naturel que sur l'image de gauche, le luminaire situé en haut doit se trouver plus au centre que sur l'image de droite. Mais une logique aussi évidente ne sera pas toujours pertinente. Considérons le couple **EXEMPLE 2G** et **EXEMPLE 2D** donné sur la figure 7. Le



Fig.7

Exemple 2G

Exemple 2D

couple est disposé correctement, les noms ne sont pas inversés. Observé avec le stéréoscope, cette Amaryllis est magnifique. Sur l'image de gauche, en **1**, le groupe de roses devrait se trouver plus à l'extérieur que sur l'image de droite. Il en est de même pour la coupelle située en **2** qui devrait être plus visibles sur l'image de droite que sur celle de gauche. Vous constatez qu'il n'en est rien.

ORIGINE DE CETTE CONTRE LOGIQUE.

La Fig.8 de la page 13 qui caricature le phénomène va nous faire comprendre le pourquoi de cette inversion. Dans les deux cas **1** et **2**, on photographie évidemment la même scène, avec la même position de l'appareil photo pour la saisie de **IG** et de **ID**. Pour le cas **1**, les deux images sont enregistrées en focalisant exactement sur la même cible **C**. Juste un peu en arrière plan, se trouve un objet de "repérage logique" noté **R**. Dans le cas représenté en **2**, la focalisation n'est pas parfaite, les deux images sont respectivement centrées sur le point **A** et sur le point **B**. Vous pouvez alors constater le déplacement considérable des traits d'axe noir qui vont vers **R** par rapport au centre de l'image saisie. En outre, l'extraction des deux images du couple sera centrée sur un point commun tel que **P** lors du traitement des images. Il va en résulter un autre chamboulement des alignements avec pour conséquence une

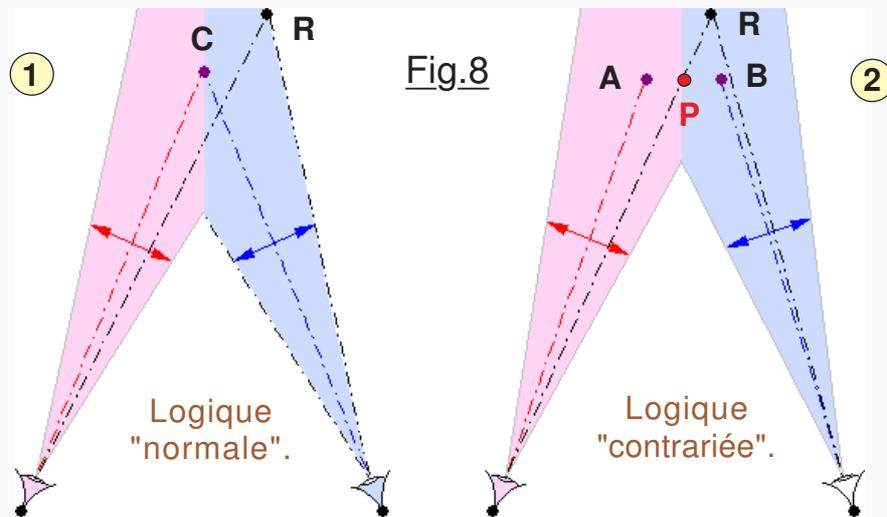


Fig.8

impossibilité de pouvoir retrouver par raisonnement logique qui est à droite, qui doit passer à gauche.

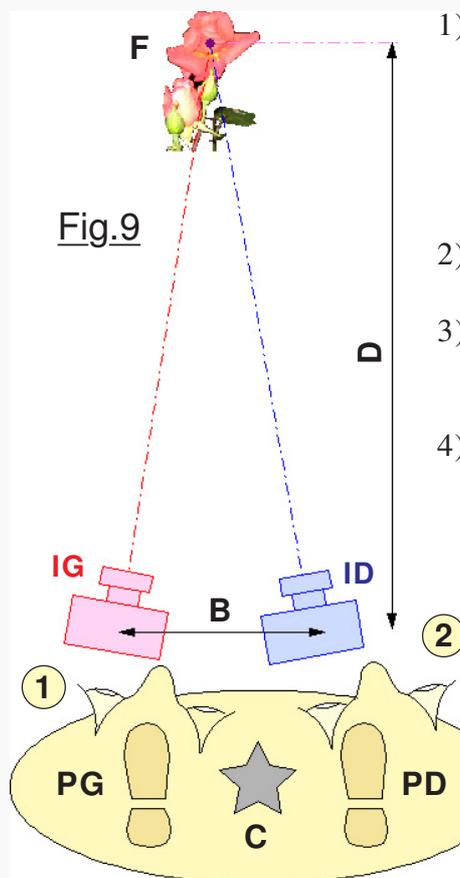
CONCLUSIONS :

- Toujours saisir les deux images **IG** et **ID** dans le même ordre. Peu importe se sens, mais toujours procéder pareil pour vous permettre de les discerner au moment de les traiter. Pour ma part, je saisis dans l'ordre (Et donc dans le temps) **IG** puis **ID**. Il y a ainsi un accord direct avec la représentation conventionnelle du temps qui s'écoule quand on trace un graphe physique quelconque.
- On comprend sur ce cas particulier, que l'importance du décalage et celle de la réorientation de l'appareil photographique ne sont pas très significatifs, puisque l'épreuve de la Fig.7 est manifestement du type de Fig.8 cas **2** et qu'à l'usage la qualité est parfaite.

VALEUR DU DÉCALAGE LATÉRAL ET PROCÉDURE.

Dans la littérature spécialisée, on utilise souvent le mot "**base**" pour désigner la distance qui sépare les positions de l'appareil photographique lorsqu'il enregistre le couple d'images. D'une façon générale, le décalage latéral que l'on doit effectuer entre **IG** et **ID** n'est pas du tout un paramètre critique, bien au contraire. Je suis parti, pour mes premiers pas, de l'idée simple qu'il suffit de photographier pour **IG** et pour **ID** ce que verrait chaque œil indépendant, donc adopter en théorie une base de l'ordre de 65mm. Voici schématisé sur la Fig.9 une méthode qui s'est imposée tout naturellement :

Considérons la Fig.9 de la page 14 dans laquelle notre acteur est vu de dessus et tente d'imortaliser une belle rose. Il se trouve à la distance **D** de sa cible. Voici ma procédure habituelle :



- 1) Bien se caler sur nos deux jambes, en appui sur les deux pieds **PG** et **PD**. Si notre corps est bien vertical, la tête se trouve en **C**, position naturelle du cou bien centrée au dessus des hanches.
- 2) On déporte légèrement le buste un peu vers la gauche. La tête passe en **1**.
- 3) Visant l'objet de nos rêves, focaliser sur un point précis **F**, et saisir la première image **IG**. (1)
- 4) Sans bouger les pieds, en déportant légèrement le buste vers la droite, placer le visage en **2**. Enregistrer la deuxième image **ID** du couple en visant le même point **F**.

(1) Penser à bien repérer le centre de l'image avant de déclencher.

C'est aussi simple et naturel que ça ; élémentaire au possible.

Entre les deux vues, le décalage effectué, la base **B**, en théorie devrait avoisiner les 65 mm qui

correspondent à l'écart entre nos deux mirettes. Cette valeur va satisfaire pleinement la théorie. La distance **B** est de loin inférieure à celle qui sépare **PG** et **PD**, car dans la pratique on se campe bien stable en écartant un peu les pieds. N'ayant pas présent à l'esprit la théorie, et tout particulièrement à mes débuts, j'ai pris l'habitude de décaler bien plus que ça. Les 800 plans au moment de clarifier tout ça étaient largement dépassés, l'automatisme inconsciemment mis en place se traduit statistiquement par une base actuelle **B** qui oscille entre 350 mm et 400 mm soit six fois plus que ne le désire la théorie. Strictement sans importance, tous mes clichés sont corrects, et je persiste dans cette voie, car on ne change pas un cheval qui gagne.

Donc, en pratique, ce décalage est effectué sans attention particulière, une sorte d'habitude qui deviendra rapidement un automatisme. Un clic à gauche, un autre clic un peu plus à droite et c'est fait. De toute façon, si nous étions des géants, l'écart avoisinerait tout naturellement un mètre, si c'est la petite souris Mickey qui se promène dans la nature, moins de deux centimètres deviendrait la norme. Cette théorie annoncée en préambule n'est donc assise que sur

un égocentrisme qui n'est pas du tout objectif et pertinent.

QUELLE VALEUR DE BASE ADOPTER ?

Sachant que la valeur de la base **B** n'est pas un paramètre impératif, l'adapter en fonction de ce que l'on veut photographier peut s'avérer particulièrement payant en terme de qualité du plan mémorisé. Soigner ce point n'est pas un incontournable, mais "un plus pour obtenir des résultats vraiment parfaits".

La focale de l'objectif va jouer un rôle, mais ce n'est pas en général un paramètre sur lequel on peut agir. Peu importe, il semble que tous les appareils numériques sur ce point sont assez semblables. En outre, faire du relief réaliste, c'est à dire respectant une base d'exactly 65 mm ne serait utile qu'en vue d'une exploitation particulière dans laquelle les images serviraient de ressource pour effectuer des mesures de distance, de hauteur ... Des études particulières ont montré que pour les éléments situés à plus de 15 m à 20 m ou à moins de 200 mm, le mécanisme mental de perception du relief est différent. (La vue est un sens extrêmement subtil) L'expérience montre qu'il s'avère payant d'adapter la base en fonction de la scène observée. D'une façon générale, une valeur de **B / L** d'environ 1/100 convient très bien pour des cibles moyennement distantes. Par contre, plus le centre d'intérêt se trouve loin, plus il faudra augmenter la valeur de la base pour conserver une impression suffisante du relief. On préconise alors environ 10 m pour **D** avoisinant 1Km, 100 m si le pic rocheux est à 10 Km de nous. Ce ne sont que des ordres de grandeur, puisque notre appareil photographique de base n'est pas muni d'un télémètre. En fin de compte, augmenter l'écart en fonction de la distance qui nous sépare de la cible. Si l'objet centré est proche, il faut impérativement diminuer l'écart **B**, et s'approcher des 65 mm voir moins. Pour obtenir la Lune en relief qui se trouve à 300.000 Km, je vous laisse calculer la valeur de la base !

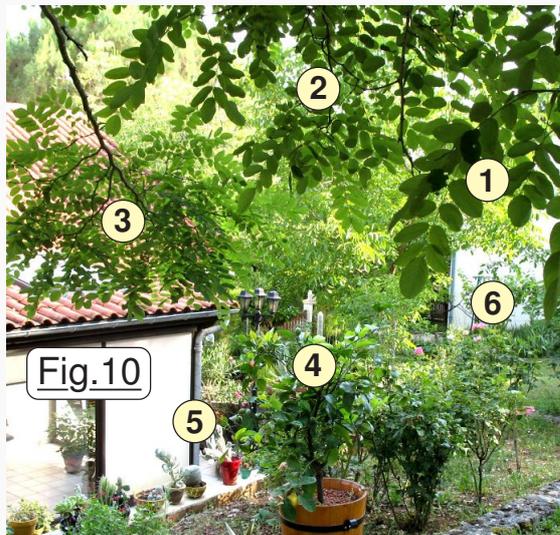
QUELQUES CONSEILS DE BASE.

Avec l'expérience, on va constater que notre façon d'appréhender l'environnement d'une scène s'écarte assez radicalement de celle qui s'impose avec ses critères de base en photographie classique. De façon basique, habituellement, on immortalise l'événement par une organisation globale en trois zones de notre chef d'œuvre plan : Le haut, le centre et le bas. C'est assez réducteur et un peu simpliste, mais globalement pas vraiment faux. Par ailleurs, pour la mise en valeur d'un sujet sur un portrait, ou la saisie d'une image en "macro", il est de bon ton d'effectuer une mise au point avec un flou volontaire en arrière plan. C'est ce que privilégie notre "numérique" si on active l'option portrait. Le couple ainsi enregistré va alors provoquer à sa visualisation

une séparation du plan net et de la zone floue, phénomène très perturbant. **En stéréoscopie il faut des images nettes sur toute la surface imprimée.**

Dans le cas de la stéréoscopie, il faut raisonner distance et répartition "dans la profondeur de champ" des éléments qui habitent notre scène. Vous constaterez que les plus belles vues sont composées d'un premier plan proche, de la cible visée un peu plus en retrait et complété avantageusement par deux ou trois éléments plus lointains à des distances variables. Plus notre épreuve présente des objets à des distances variables, meilleure sera la restitution du relief en vision stéréoscopique et plus forte sera la sensation de volume et d'espace. Sans que ce soit systématique, il me semble favorable d'inclure quand c'est possible et esthétique, un objet proche qui permet d'enrichir la perspective de l'élément ciblé.

Considérons l'image droite du couple **EXEMPLE 3G** et **EXEMPLE 3D** disponible



dans les fichiers fournis et montrée sur la figure 10. Le premier plan **1** est assez proche, suivi de **2**, puis plus loin de **3**, **4**, **5** etc. Observé en stéréoscopie, ce couple est particulièrement démonstratif en sensation de volume et d'espace. Par contre, il importe de ne pas saisir des premiers plans trop proches, **IG** et **ID** sont alors trop différentes sur les deux clichés et vont engendrer des aberrations de proximité. (Voir plus loin les explications concernant ce phénomène) Si nous regardons un objet proche, le centre visuel est net, la périphérie est floue. Le cerveau traite prioritairement la zone centrale et tend à ignorer ce qui s'en éloigne. Sur une photographie l'accommodation ne peut plus satisfaire ce processus, tout est net, une gêne visuelle va en résulter. Il faut donc éviter les prises de vue trop proche, et n'acceptez aucun premier plan à une distance inférieure à 5 fois la base. (Plus la cible est proche, plus il faut diminuer la valeur de la base) La Fig.11 montre l'image droite du couple **EXEMPLE 4G**, **EXEMPLE 4D**. Quand, à l'aide du stéréoscope on regarde en **1**, puis en **2**, en **3** et en **4**, "localement" la perspective devient cohérente. Par contre, l'observation globale est très indigeste. On ressent une sorte de malaise, un inconfort délicat à définir. Cet



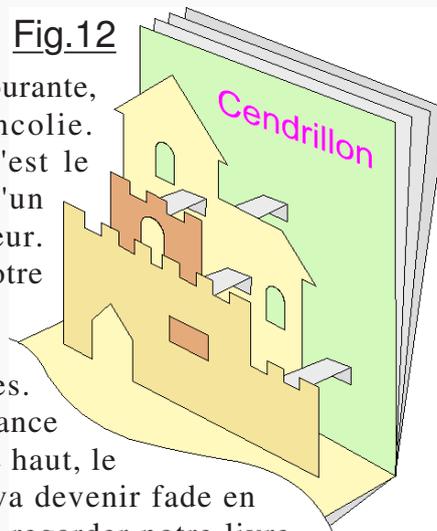
exemple est typique d'un premier plan trop proche, ou surtout, d'un décalage pour la base **B** trop important par rapport à la distance **D** qui nous sépare du point de focalisation. Comme initialement je ne portais aucune attention à ce paramètre, quelques rares épreuves comme celle-ci sont loupées. Elles restent utilisables, mais pour le souvenir, pas

pour une séance d'imagerie "ergonomique". Notons au passage qu'une zone trop sombre qui perd ses détails les plus significatifs va engendrer une platitude à la restitution du relief. Par voie de conséquence, il faut éviter lors de la saisie des images, les trop forts contrastes lumineux.

L'UNION FAIT LA FORCE.

Comme trop souvent dans la vie courante, l'isolement engendre la mélancolie. c'est aussi le cas en stéréoscopie. C'est le printemps, le ciel est magnifique, d'un bleu uniforme, et les arbres sont en fleur. c'est l'occasion rêvée pour déchaîner notre talent de reporter. Clic vers le cerisier à dix mètres, avec en toile de fond l'abricotier à une vingtaine de mètres. Comme l'on voulait prouver la bienfaisance de la météo, on a photographié vers le haut, le sol n'est pas visible. Une telle scène va devenir fade en stéréoscopie. On aura l'impression de regarder notre livre d'enfance dans lequel le château de Cendrillon était inséré en plusieurs plans cartonnés qui s'étageaient les uns derrière les autres à l'ouverture du livre comme schématisé sur la figure 12. Il importe donc que les divers objets d'une scène soient reliés les uns aux autres. Dans notre exemple, c'est le sol qui va "restituer" leurs volumes aux différents plans. Toujours vérifier qu'entre les divers "niveaux" répartis sur la profondeur de champs, s'étalent des liens visuel, eux même formés d'un minimum de relief, ce qui permet la transition avec le chapitre suivant.

Fig.12

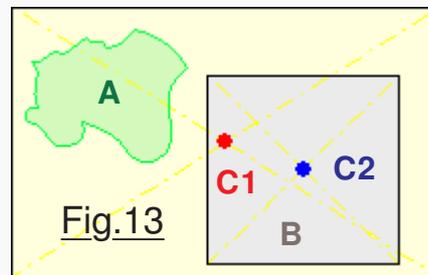


UN CARACTÈRE RUGEUX N'EST PAS DU TOUT À PROSCRIRE.

N'oublions pas non plus, que nous cherchons à figer des volumes. Des surfaces planes ne donneront rien de bien significatif en vision stéréoscopique. Le grand mur sur lequel figure un magnifique Tag coloré restera totalement plat. La belle plage de sable, la grande étendue de neige, s'il n'y a pas des détails qui dépassent en relief, des émergences fuyantes, resteront plates et une augmentation de la valeur de la base **B** n'y changera rien. Pas besoin que les formes soient spécifiquement saillantes, un bas relief souligné par ses ombres est très agréablement restitué en stéréoscopie. En conclusion, il faut éviter les grandes surfaces lisses même si globalement elles présentent un volume important. Veiller à la présence de nombreux détails saillants assez bien répartis sur cette surface.

LA VISÉE, LE CADRAGE.

Notre attention devra se porter sur le fait que normalement, quand on regarde un objet quelconque, les axes visuels des deux yeux convergent vers un point unique sur lequel on accommode. C'est le centre de focalisation. Il semble donc vital lors de la prise séquentielle de chaque image du couple stéréoscopique, de bien cadrer le centre de la photographie sur le même point de visée. C'est incontestable en théorie, mais l'expérience démontre une souplesse considérable dans ce domaine. Ce n'est donc qu'une précaution de principe qui s'accompagne dans la pratique d'une tolérance très large, une imprécision très importante n'affecte en rien nos reliefs et permettent lors du traitement des images sur ordinateur toute initiative de recadrage.

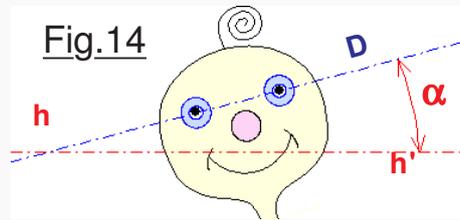


Considérons par exemple, une photographie au bon vieux format 24x36 telle que celle schématisée sur la Fig.13 présentant une aberration en **A** qu'il convient d'éliminer. (Voir chapitre spécifique au traitement des aberrations) Cette zone comporte un "défaut" qui ne peut être éliminé par copie partielle de l'image complémentaire comme il sera expliqué plus avant. Pour "contourner cette verrue sur le visage de la Joconde", on décide de n'extraire de l'image que la zone "propre" **B**. On constate que le centre de l'image retenue **C2**, mis en évidence par les diagonales tracées en jaune, est bien différent du centre initial de focalisation lors de la prise de vue **C1**. Ce décentrage important lors du traitement de l'image ne nuit en rien à la qualité finale du résultat, on peut sans "perte" aller jusqu'à un décalage de 1/4 de l'image sans que le relief ne perde de sa pertinence, ce qui est considérable. Du coup, je pratique cette

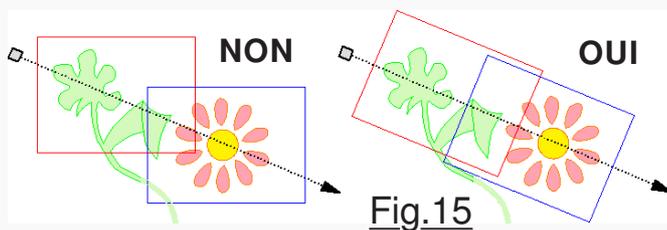
technique sans vergogne même quand l'image est correcte sur toute sa surface pour n'en conserver que la zone la plus artistique ou la plus significative et non plus uniquement pour éliminer une aberration.

L'ORIENTATION EN ROULIS.

Lorsque l'on regarde une cible, durant l'observation par l'oeil gauche et celle de l'oeil droit, l'inclinaison latérale de notre tête est forcément la même puisqu'il y a simultanément. Cette orientation "en torsion ou en roulis" peut se caractériser par la valeur de l'angle α montré sur la Fig.14, sous-tendu entre l'horizon $h h'$ et la droite D qui joint le centre de nos deux yeux. L'angle de roulis est donc forcément identique pour IG et ID "biologiques".



Mais pour notre vision stéréoscopique, l'enregistrement des images n'étant pas simultané, il faudra chercher à respecter cette condition lors du décalage latéral. ATTENTION, l'orientation en roulis de l'appareil photographique devra se faire par rapport à la direction du déplacement latéral comme montré sur la Fig.15 et non par rapport à l'horizon. Il est



vrai que lors de la saisie d'une scène on décalera le plus souvent par un écart horizontal, mais c'est loin de constituer une loi gravée dans le

marbre. Bien au contraire, souvent, l'aspect esthétique d'un plan sera favorisé par un regard incliné, (Avec un décalage qui va de paire) comme représenté sur la figure 14. Rassurez-vous, au même titre que pour le respect du centre de focalisation des deux vues, le vécu montre qu'en pratique, on peut accepter une variation angulaire en torsion importante sans que la qualité du plan qui en résulte n'en soit vraiment



Fig.16

affectée. Si vous observez le couple **EXEMPLE 5G** et **EXEMPLE 5D** de la Fig.16, vous pouvez constater que la chaîne qui pend n'a pas la même direction sur **IG** et **ID**. Pourtant, au moment de la prise de vues, elle était verticale dans les deux cas. Ce plan n'en reste pas moins très beau en observation stéréoscopique.

Finalement, cadrage et orientation en roulis n'exigent aucune rigueur draconienne. Sans aller jusqu'à bâcler ces deux paramètres, on dispose d'une grande liberté lors de la photographie. Vous allez en déduire que l'on peut "mitrailler" à tout va vraiment sans précaution. FAUX !

Deux points particuliers s'avèreront très pénalisant si vous en ignorez l'importance, se traduisant par des **aberrations stéréoscopiques**, avec pour conséquences une difficulté d'accommodation et d'interprétation par notre cerveau à la restitution du relief. Ces effets visuels pervers engendrent un malaise visuel qui détruit complètement le confort visuel et le plaisir de l'observation.

LES ABERRATIONS STÉRÉOSCOPIQUES.

LES ABÉRATIONS CINÉMATIQUES.

Terminé les superbes plans immortalisant le magnifique but marqué par notre petit garçon lors du dernier match de qualification. L'environnement que nous désirons inscrire dans la mémoire numérique doit être complètement figé, D'UNE IMMOBILITÉ TOTALE. Le plus petit élément qui se sera déplacé entre les deux clics va fausser la perspective, et il suffit de très peu de chose pour que ce phénomène soit sensible. Inutile donc, de partir en vadrouille "3D" par vent force cinq. Pas la peine non plus de chercher à fixer en volume le grand mouvement de foule du premier Mai. C'est la raison pour laquelle, il est pratiquement impossible de saisir les postures comique du chaton Caramel dans ses ébats joyeux voir Adolph le poisson rouge dont les déplacements sont pourtant bien flegmatiques. Du reste, les professionnels qui travaillaient pour la collecte des images destinées au dispositif de la Fig.1 employaient des appareils photographiques spéciaux qui enregistraient simultanément les deux images avec des temps de pose qui ne dépassaient pas le centième de seconde.

Cette condition d'immobilité est très contraignante, car impérative, mais pas aussi incontournable qu'il serait possible de l'imaginer. Il suffit déjà de privilégier pour nos "extérieurs" les belles journées ensoleillées et parées d'un vent calme. Il suffit souvent d'attendre quelques secondes pour bénéficier de l'absence totale d'Éole pour obtenir l'immobilité complète de cette plante filiforme qui s'anime

au souffle le plus insignifiant. Dès que les arbres sont un tant soit peu éloignés, les légères oscillations de leur feuillage deviennent acceptables sans modification particulière des épreuves. Si un mouvement néfaste est venu insidieusement dégrader notre scène, nous verrons plus loin qu'il peut facilement se corriger par un traitement informatique des deux images avec des outils aussi basiques que ce bon vieux PAINT.EXE de WINDOWS. Il est également possible et facile d'enregistrer nos proches, soit en les photographiant lorsqu'ils sont captivés par une "activité statique", comme donné en exemple avec le plan des deux images **EXEMPLE 6G** et **EXEMPLE 6D**. Notre lectrice a été photographiée à son insu, captivée par son passionnant roman. Mais il est également très facile de demander à la personne concernée de bien vouloir prendre une pose vraiment immobile durant deux à trois secondes, comme c'était le cas sur la saisie de l'épreuve montrée en figure 17 qui est disponible avec les images **EXEMPLE 7G** et **EXEMPLE 7D**. (*Exemple de scène qui s'affranchit d'un plan lointain*)



Fig.17

Baptême de l'aie sur "uniforme tango".

Comme toujours ici bas, rien n'est vraiment absolu ou définitif, on pourra souvent rencontrer des contre-exemples en tout genre qui battent en brèche les concepts fondamentaux sans pour autant tout remettre en cause. Des cas particuliers qui offrent un paradoxe ennuyeux à un théorème dument démontré. *Le contre exemple qui confirme la règle* comme on a l'habitude de dire pour se sortir avec élégance de ce genre de situation pour le moins confuse. Un cas frappant de cette entorse à la loi fondamentale de l'immobilité de marbre est donné sur la figure 18 de la page 22 qui montre les images **EXEMPLE 8G** et **EXEMPLE 8D**. L'onde de cette fontaine rafraichissante à bougé fortement entre les deux clichés. Pourtant, ce plan non retouché en informatique est vraiment seyant, et d'une observation stéréoscopique aisée. Cette légère différence dans le relief enregistré pour l'eau octroi une sorte de vivacité à la scène. Alors, si l'environnement que vous admirez frétille, vous ne risquez vraiment rien à tenter votre chance.

Ne jamais dire : "Fontaine je ne boirais jamais de ton eau".



Fig.18

LES ABERRATIONS DE PROXIMITÉ.

Manifestement, ce sont celles qui risquent de se rencontrer le plus fréquemment, car on n'y pense pas assez. Ici aussi, le problème prend sa source dans la façon dont notre cerveau différencie le centre du "cercle" visuel et la périphérie. Conduisons une expérience aisée. Commencer par regarder un objet un peu éloigné. Fermez l'oeil droit. Puis, tout en conservant l'accommodation sur votre cible, déplacez le pouce de l'extrême gauche où il est invisible, vers la droite jusqu'à ce que sa présence en vision périphérique soit manifeste, mais assez éloigné du visage pour ne pas qu'il soit détecté par l'oeil droit quand vous le ré ouvrez. Observant toujours la cible initiale, vous n'êtes pas du tout gêné par cette présence gauche et absence droite. Le flou dans

le traitement périphérique de la vue est "la solution naturelle".

L'appareil photographique par contre va enregistrer avec netteté l'intégralité de son champ visuel. Du coup, la stéréoscopie change un peu la donne. Si durant la prise de vue d'une scène rapprochée comme montré sur la Fig.19 le décalage latéral élimine sur l'une des deux images **IG** ou **ID** un détail proche, on va obtenir à la restitution du relief une *aberration de proximité*. Du reste cette aberration est tout à fait analogue à l'aberration d'unicité dont il sera question plus loin. Compte tenu de la distance **D** et de la base adoptée **B** pour saisir la fleur **F**, on constate avec objectivité que de détail de proximité **P**

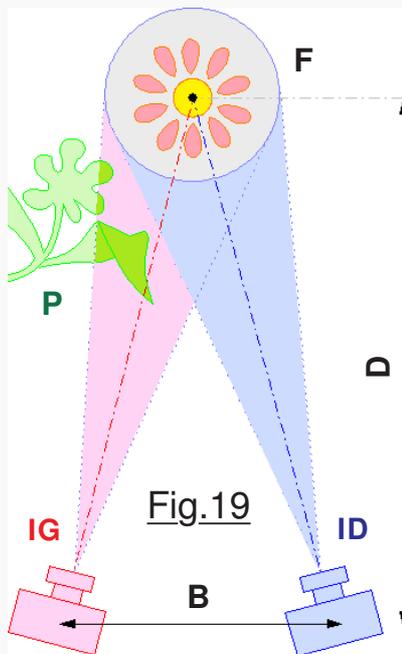


Fig.19

est fortement dans le champ visuel rose de **IG** alors qu'il sera totalement invisible sur celui en bleu pastel de **ID**. Bien que ces deux vues soient correctes et respectent la logique géométrique optique, le plan va se traduire par un inconfort notable en restitution car toute la surface est nette. L'observation du relief va alors s'avérer malcommode et indigeste, et s'accompagnera d'une vague sensation de malaise. Pourtant, chaque image regardée séparément est parfaite. En conséquence il faudra éviter soigneusement ce type d'inconvénient, même si l'objet qui sort du champ est éloigné, mais "très présent". Ceci étant précisé, en général les vrais problèmes se présentent essentiellement quand il y a présence d'un premier plan proche et que l'on adopte une valeur exagérée pour la base **B**. Nous verrons plus avant comment corriger en différé ces aberrations avec des solutions simples et des procédés élémentaires mais efficaces. Enfin, pour clore ce chapitre, nous rencontrerons également des *aberrations d'unicité* dont il sera question dans le chapitre sur le traitement informatique des images, problèmes qui ne résultent pas vraiment d'une imperfection manifeste à la prise de vue.

QUELQUES CONSEILS D'ORDRE ESTHÉTIQUE.

Contrairement à ce que vont penser certains lecteurs, je n'ai aucune expertise en matière de photographie "ordinaire". Bien au contraire, vous pouvez sans hésiter me classer dans la catégorie des naïfs qui rêvent d'un appareil photographique qui ne comporterait qu'un seul bouton : celui qui fait clic. Alors si vous comptez sur ce livre pour glaner une thèse détaillant avec précision les critères techniques d'une prise de vue professionnelle, vous allez vers une sévère déception. Les longueurs de focale, les angles d'ouverture, les filtres UV et autres Pare Soleil, ce n'est pas du tout « mon truc ». En revanche, la pratique sur un nombre incalculable de photographies stéréoscopiques m'a permis de dégager un certain nombre de conclusions aptes à favoriser la beauté d'un volume, le rendu fascinant d'un relief.

- D'une façon générale, un couple stéréoscopique sera toujours magnifiquement mis en relief (Au sens propre comme au sens figuré) qu'il s'accompagne d'un avant plan proche. Donc, si au moment de figer la splendeur d'un parc de rosiers en fleurs vous avez juste à votre droite un mini lampadaire, un vieux muret moussu, un petit rocher solitaire tourmenté etc, pensez à vous décaler d'un pas pour qu'il soit présent dans la scène.
- Si ce que vous enregistrez est tout plat, le rendu stéréoscopique le sera aussi. La grande fresque peinte sur le mur principal du temple ne donnera rien de plus qu'une photographie ordinaire, surtout si elle est saisie bien en face. La magnifique aurore sur la chaîne des Pyrénées inscrite dans la mémoire de votre "numérique" ne donnera

pas grand-chose non plus si vous n'augmentes pas la base, étant très loin de votre cible. Il faudra alors tricher en accentuant le relief par un décalage latéral de plusieurs mètres entre IG et ID. Mais dans ce cas méfiance, les aberrations de proximité guettent. Dans ce cas, les "présences intermédiaires" doivent se trouver relativement éloignées.

- Plat de chez plat le ZOOM. Il ne faut pas en abuser, car il divise la base B par son facteur de grossissement. Par exemple avec une amplification de huit et un décalage de 300 mm, le rendu du relief sera identique à celui d'une base de 38 mm. Ne pas hésiter si le ZOOM est utilisé, à augmenter la valeur du décalage latéral en conséquence.
- L'idéal en stéréoscopie, c'est que la zone photographiée puisse bénéficier de la présence d'objets significatifs sur toute l'étendue de la profondeur de champ, c'est-à-dire du proche jusqu'au lointain. Ce n'est pas impératif, mais tellement favorable à la splendeur d'une scène.

Vous trouverez à la fin de cet ouvrage en annexe un
RÉSUMÉ DES TECHNIQUES DE PRISE DE VUE.

TRANSFORMER LES PHOTOGRAPHIES EN COUPLES STÉRÉOSCOPIQUES.

QUEL FORMAT CHOISIR POUR NOS IMAGES ?

Avant d'aborder le chapitre concernant le traitement informatique des images, il importe de déterminer les démentions de ces dernières qui auront une influence sur cette dernière étape de la constitution d'une « bibliothèque de relief ». Par ailleurs, de la dimension des images dépend l'encombrement de notre visionneuse, c'est en réalité l'inverse. Aussi, un petit chapitre concernant ce point essentiel s'impose sans plus attendre.

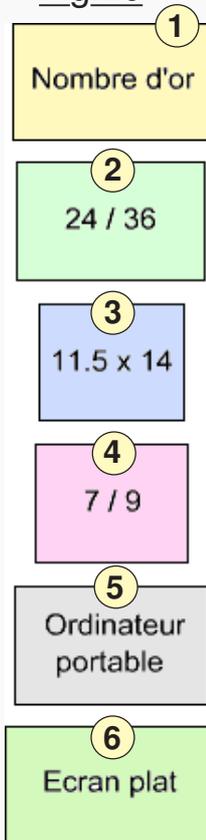
L'adoption des dimensions qui sont suggérées dans ce livre résulte de plusieurs compromis qui cherchent à optimaliser divers critères fondamentalement contradictoires :

- Définition élevée des images ⇨ Images les plus grandes possibles.
- Appareil de visualisation pas trop volumineux ⇨ Images les plus petites possibles.
- Économie d'encre utilisée sur l'imprimante ⇨ Images les plus petites possibles.
- Support papier courant et banal ⇨ Format A4.

IMAGES CARRÉES OU RECTANGULAIRES ?

Pure question d'esthétique et d'habitudes. Le choix des proportions en imagerie a considérablement évolué au cours du temps, chaque époque apportant son canon de la beauté, avec inévitablement des effets de

Fig.20



mode. Incontestablement, le plus ancien est le fameux nombre d'Or : 1,618... réputé pour ses proportions divines. (Un lien qui le concerne sur Internet est donné en fin de ce livre) Pour pouvoir comparer divers formats historiques, la Fig.20 en donne une représentation verticale. Tous sont représentés avec la même hauteur, la largeur étant ajustée en fonction du standard représenté. Il serait un peu fastidieux d'exposer ici tous les formats connus, on va se contenter d'aborder les plus populaires dans le monde des images. On devrait certainement commencer par le cinématographe, rappelez-vous les proportions des vieux films tournés en noir et blanc. Puis, plus modernes, donc réputés mieux proportionnés, le cinémascope, l'image s'allonge. Sur la Fig.20, en **1** trône le nombre d'Or. Juste en dessous en **2**, le format 24 x 36 qui régissait les allures des photographies argentiques. Il serait dommage de ne pas présenter en **3** le 11.5 x 14 qui sévissait sur les cartons stéréoscopiques des appareils tels que celui montré sur la figure 1. Puis, en **4**, l'incontournable 7/9 adopté pour les moniteurs vidéo de nos bons vieux P.C. Mais, le "Design" impose sa loi. Plus c'est allongé, plus c'est "tendance". Alors en **5**, l'ordinateur portable s'étire.

Et puis, en **6** on peut comparer avec la mode actuelle qui semble s'imposer sur les écrans plats qu'ils soient à LCD ou à plasma. Que nous réserve la prochaine révolution esthétique ? Du 22/7 histoire de coller au nombre Pi ? Peu importe, ici nous ne serons pas victime de la mode, car un maître mot s'impose en roi incontesté : L'OPTIMISATION !

Quand on appréhende visuellement l'univers qui nous entoure, notre système optique ignore complètement le nombre d'Or et n'est pas "morphologiquement rectangulaire". En fait, si on raisonne dans le plan, chaque œil analyse une forme ronde, nette au centre et floue vers la périphérie. Ce sera analogue pour l'observation à travers l'optique de notre visionneuse, notre fenêtre sera circulaire, puisque les lentilles de verre le sont également. Utiliser au mieux le potentiel de notre appareil de visualisation consiste alors à exploiter la plus grande surface de l'image virtuelle restituée par l'oculaire. On comprend facilement sur la Fig.21 que la réponse optimisée à cette approche réside dans la "quadrature du cercle". Colorié en jaune, le cône visuel qui traduit en image virtuelle plane est représenté par le cercle vert. La plus grande surface exploitable dans ce cercle par un

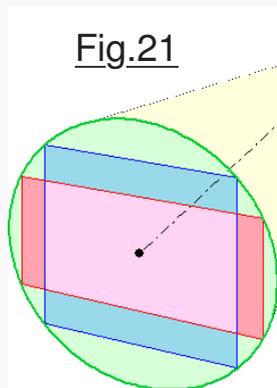


Fig.21

polygone à quatre cotés est représenté par le carré bleu. Dans ce cercle, en rose figure le plus grand rectangle possible au format "Écran plat" par exemple. Il est facile de montrer mathématiquement, que la surface rose foncé gagnée par le rectangle est inférieure à cette bleue perdue. On peut également démontrer assez facilement que le rectangle de surface maximale dans un cercle est celui dont la largeur est identique à la hauteur, c'est alors un carré. En conclusion, pour optimiser l'utilisation du potentiel de l'optique de notre visionneuse, nous opterons pour des images carrées, en acceptant une entorse à la tendance actuelle qui privilégie des formes allongées.

DIMENSIONS OPTIMALES POUR LES IMAGES.

Première contrainte : Nos deux images **IG** et **ID** du couple stéréoscopique sont carrées et doivent se loger sur une page de format A4, soit 210 mm x 297 mm. Par ailleurs, nous savons qu'une imprimante grand public n'est pas capable d'utiliser la surface de la feuille jusqu'aux extrêmes bords. On va s'octroyer une zone interdite de 10 mm tout le tour, ce qui nous assure une bonne marge de sécurité. En supposant que nous placions nos deux carrés l'un contre l'autre, la plus grande taille envisageable dans ces conditions est de :

- Format A4 \Rightarrow Plus grande largeur disponible :

$$L = 297 - (2 \times 10) = 277 \text{ mm.}$$
- Taille maximale pour chaque carré : $277 / 2 = 138,5 \text{ mm.}$

On peut noter que ces deux carrés se logent facilement dans le sens de la hauteur, et il serait tout à fait concevable de s'en tenir à ces dimensions. Mais de très nombreux essais comparatifs montrent que l'on peut facilement descendre à 95 mm x 95 mm sans aucune altération de la qualité visuelle à la restitution du relief, compte tenu du pouvoir séparateur de notre vue, et de la finesse standard des imprimantes grand public. (Qui se situe globalement à 300 dpi) À ces dimensions restreintes, il n'y a aucune perte de finesse dans les détails observés sur les images. Pour ne pas courir le risque d'obérer de futures évolutions techniques sur le matériel d'impression grand public, on va conserver une marge possible d'améliorations en optant pour des carrés de 110 mm x 110 mm. Comme expliqué dans l'encadré de la page **XXX**, il n'y aura aucune perte dans la sensation d'étendue. Par contre, cette optimisation dans la taille des images engendre un gain significatif du volume de notre visionneuse dont "l'écran" sera plus petit, ce qui va

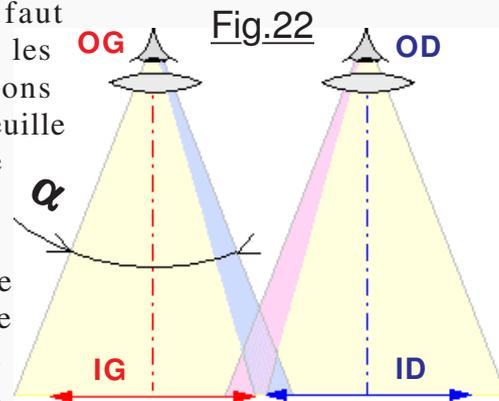
de paire avec une diminution globale du volume de l'appareil. En effet, toutes les proportions du stéréoscope découlent directement de la taille des images comme nous le verrons plus avant, et il va pouvoir maigrir dans le rapport de 1.26, un régime miracle. Un rapide calcul montre que la dépense en encre sur l'imprimante chute d'un rapport de :
 $(138,5 \times 138,5) / (110 \times 110) = 1,58$.

Autrement dit, pour des conditions identiques de qualité d'impression, là où nous aurions réalisé 100 plans avec un jeu de cartouches d'encre, on va en tirer pratiquement 160. Cette économie est loin de se montrer dérisoire, et comme nous comptons produire un grand nombre d'épreuves en relief, l'économie va se montrer rapidement substantielle.

Pour donner un ordre de grandeur de la dépense engagée pour imprimer nos tirages, avec mon matériel informatique actuel qui mérite grandement le qualificatif de désuet, avec un jeu de cartouches, (Une pour le noir, une pour la trichromie) je fixe sur le papier une centaine de plans stéréoscopiques, ce qui tout compte fait n'est pas si dramatique que ça. Initialement, j'avais crains une consommation bien plus importante. En contrepartie, je ne passe à l'impression papier que lorsque le couple stéréoscopique est débarrassé de toutes ses imperfections, après une traque impitoyable des aberrations et une vérification soignée de l'ensemble, analyse effectuée sur le moniteur vidéo de l'ordinateur. (Voir le chapitre sur le traitement informatique des images)

SÉPARATION LATÉRALE DES IMAGES.

Avec le mini-stéréoscope tel que celui montré sur la Fig.6 de la page 7, on ne peut observer que des images de taille maximales de 65 mm. En effet, le centre de chaque image doit se trouver dans l'axe de l'optique associée. Les deux images seront donc séparées par l'écart entre les deux lentilles, c'est-à-dire la distance entre nos deux yeux. En fait, concrètement il faut descendre à 65 mm x 65 mm car les deux images sont pour des raisons pratique espacées de 1 mm sur la feuille de papier. Compte tenu de l'angle visuel α précisé sur la Fig.22 nous observons que chaque œil voit une petite fraction marginale de l'image qui ne lui est pas destinée. Sans se révéler comme un inconvénient rédhibitoire, ce phénomène n'est



pas idéal et atténue un peu le plaisir de la contemplation. Pour éliminer ce petit inconvénient, deux pistes sont exploitables :

- On espacera les deux images du couple stéréoscopique de 20 mm.
Cette valeur importante est rendue possible grâce à la liberté offerte par l'utilisation des miroirs de guidage des deux faisceaux optiques.
- Notre visionneuse sera munie d'un masque d'occultation intégré comme il sera précisé quand on abordera la section relative à la fabrication de notre appareil personnel.

Pour diminuer l'encombrement global de l'instrument de visualisation, nous allons de surcroît réduire le format des plans imprimés, il n'est pas du tout indispensable de leur conserver la grandeur d'un format A4. Nous allons donner à nos épreuves la taille de 170 mm x 280 mm qui suite à diverses expériences s'est avéré un standard favorable à la manipulation dans le passe-vues, au rangement etc.

CADRAGE DES IMAGES IMPRIMÉES.

A l'usage, les proportions adoptées pour la feuille d'une épreuve démontrent une très convenable ergonomie. Mais elles imposent de découper les formats A4 initiaux issus de nos rames de papier qui sont plus grands. Afin de faciliter l'opération de retouche et n'avoir à découper que deux cotés du nouveau standard, nous allons "marger" à gauche et en bas le nouveau rectangle comme montré sur la Fig.23 présentée en page 29, qui définit en outre les cotes pertinentes de nos documents artistiques. Cette feuille est conçue pour qu'elle dépasse vers le dessus du stéréoscope, laissant visible le haut qui comporte le titre de la photographie, et à droite les symboles d'ajustement de l'éclairage et des corrections chromatiques. (Voir l'aspect éclairage dans la description de la visionneuse) Enfin, les quatre coins de cette feuille sont arrondis pour éviter de les corner durant leur manipulation et en faciliter leur introduction dans le passe-vues. Nous

disposons maintenant de toutes les informations de base qui constituaient un préalable au traitement informatique des images. C'est l'hiver. Cet été on a réuni un fabuleux trésor de souvenirs, des dizaines d'images, toutes plus belles les unes que les autres. Mais maintenant il fait froid, on est si bien à l'intérieur de notre maison. C'est le moment idéal pour oublier le vent glacial, et de passer au traitement informatique pour enfin imprimer nos merveilles.



LE TRAITEMENT INFORMATIQUE DES IMAGES STÉRÉOSCOPIQUE.

Avec un minimum d'habitude, vous allez constater que rapidement cette phase du traitement de nos merveilleux souvenirs va confiner à une répétition routinière d'actions éternellement renouvelées. C'est facile, c'est pas cher ... mais c'est assez lassant pour peu que l'on ne procède pas avec méthode. Hors, avec un minimum d'organisation, cette étape incontournable de notre activité de loisir peut être considérablement allégée. Notre intervention sera bien plus agréable, et les résultats obtenus seront garantis. Voici les diverses étapes d'un traitement d'image stéréoscopiques tel que je le pratique régulièrement depuis plusieurs années :

- 1) Ajustement de la **luminosité** et des **couleurs** pour **IG** et **ID**.
Modification éventuelle du **contraste** pour le couple d'images.
- 2) Cadrage et extraction des deux échantillons carrés.
- 3) Insertion des deux images sur une page virtuelle présentant notre format spécifique à l'aide d'un logiciel quelconque de P.A.O.
(Pagination Assistée par Ordinateur)
- 4) Observation de la scène avec le bloc optique indépendant de notre visionneuse pour traquer impitoyablement les aberrations cinématiques et de proximité. *(Ainsi que les aberrations d'unicité)*
- 5) Correction des aberrations par recadrage ou duplication locale.
- 6) Nouvelle vérification avec le bloc optique.
- 7) Sauvegarde des deux images traitées.
- 8) Compléter la page virtuelle avec les différentes informations relatives à la scène immortalisée. *(Titre, fichier informatique, référence des images)*
- 9) Impression finale de la feuille virtuelle et examen avec le bloc optique. Détermination et inscription des paramètres d'éclairage.

1) AJUSTEMENT DES ATTRIBUTS DE IG et ID.

Généralement, les photographies étant saisies avec un intervalle de temps assez court d'environ deux à trois secondes, on pourrait en déduire que leurs attributs de spectre lumineux et chromatique sont voisins pour ne pas dire identiques. La pratique vient régulièrement infirmer cette hypothèse. En effet, le fait de se décaler un peu et de changer légèrement l'angle de la prise de vue va modifier de façon inappréciable les caractéristiques visuelles, que ce soit en regardant à travers un viseur optique ou sur l'écran LCD de l'appareil photographique. Mais l'œil électronique de notre enregistreur numérique est infiniment plus sensible aux légères différences qui vont influencer notablement l'analyse spectrale qu'il effectue pour ajuster

"la sensibilité" de mémorisation des pixels. Cette remarquable finesse de l'œil électronique prend naissance entre autre dans la gestion informatisée embarquée qui applique des filtres mathématiques très complexes, ce qui explique la grande souplesse d'utilisation de ces appareils. L'utilisateur lambda ne se pose pas de question. *Clic* et puis c'est tout, et globalement les images enregistrées sans autre forme de procès sont toujours très convenables. Il arrive par exemple, que dans certains cas, **IG** est enregistrée normalement, alors que **ID** déclenche le fonctionnement du flash ce qui démontre bien l'extrême nuance d'analyse effectuée par l'optronique de notre "chambre noire" qui a trouvé une différence de luminosité importante entre les deux vues. Du coup les deux épreuves enregistrées seront trop différentes.

Dans le cas du déclenchement intempestif du flash on sera averti, mais dans la plupart des cas, une différence importante d'enregistrement sera effective entre **IG** et **ID**, sans que nous ne puissions nous en douter. C'est une fois observé sur le moniteur de l'ordinateur que les deux images vont s'avérer trop distinctes pour une observation aisée en visionneuse. Ce n'est pas important, car les corrections par simple observation visuelle sur l'écran de l'ordinateur sont largement suffisantes et très facile à réaliser de surcroit. De plus, il importe de savoir que l'on est infiniment plus influencé par les nuances observées sur des luminophores actifs du moniteur vidéo, que par les images imprimées, fussent-elles fortement éclairées. En d'autres termes, une correction des images en différé restera une opération élémentaire, et ce n'est pas du tout un travail pointilleux.

Pour ma part, les corrections de lumière, de contraste et de coloration sont effectuées avec un logiciel vraiment antique qui accompagnait un appareil photographique numérique qui comptait parmi les premiers du genre qui m'avait été prêté par un Ami pour découvrir cette technologie innovante. (Innovante à cette époque !) Il m'arrive aussi de mettre à contribution le logiciel qui est fourni avec mon imprimante, cette dernière fonctionnant également en scanner. Ce sont tous les deux des programmes primaires, vous en possédez forcément de plus performants sur votre P.C, sachant qu'à partir du moment où il permettent de modifier la Luminosité, le Contraste et le pourcentage des trois couleurs fondamentales, ces programmes sont déjà parfaits pour notre application.

La première étape du traitement informatique des deux images d'un couple stéréoscopique va donc consister à :

- Équilibrer la **luminosité** entre **IG** et **ID**.
- Modifier le **contraste**, pour relever les couleurs, ou au contraire atténuer l'influence de zones trop sombres masquant des détails.

- Jouer un peu sur la **répartition des couleurs**, ce qui généralement permet de souligner le sujet principal de la scène et de le mettre en valeur. Cette étape nécessite parfois plusieurs ajustements, la modification d'un paramètre engendrant un changement d'appréciation des autres. Vous vous rendrez compte que la particularité du moniteur vidéo réside dans sa luminosité. D'une façon générale, il faudra rechercher une clarté un peu forte sur l'écran électronique, car une fois imprimé, l'image perd un peu de l'impression d'éclat. Ceci étant précisé, ce phénomène est nuancé par le fait que sur l'écran on ne visualise qu'une seule image à la fois, (Du moins c'est le cas pour moi) alors qu'au stéréoscope notre vue sera influencée par les deux images simultanément. Il faut donc en tenir compte, mais sans plus.

DÉFINITION MINIMALE POUR L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE.

L'appareil photographique qui est à l'origine de mes premiers succès était pourvu d'une définition d'environ 3 Méga pixels. Cette performance va sembler tristounette en comparaison du standard actuel où le plus banal téléphone portable permet facilement des enregistrements à 7 Méga pixels, soit plus du double. C'est pourtant déjà largement suffisant en général. Calculons la définition de l'image imprimée pour s'en rendre compte. La définition supposée de l'imprimante sera de à 300 dpi ce qui correspond actuellement au standard en matériel grand public.

- Rapport 24 x 36 : $36 / 24 = 1,5$.

Nombre de points en hauteur :

- Un pouce = 25,4 mm. Chaque pouce contient 300 points.
- La hauteur contient $110 / 25,4 = 4,33$ pouces.
- La hauteur aligne donc $4,33 \times 300 = 1299$ points.

Nombre de points sur l'image :

- L'image imprimée contient donc $1299 \times 1950 = 1687401$ points.

Définityion de l'image en Méga-pixels:

- Un Méga-pixels vaut $1024 \times 1024 = 1048576$ points.
- Une **image carrée de 110 mm x 110 mm** exige donc : $1687401 / 1048576 = 1,6$ Méga-pixels.

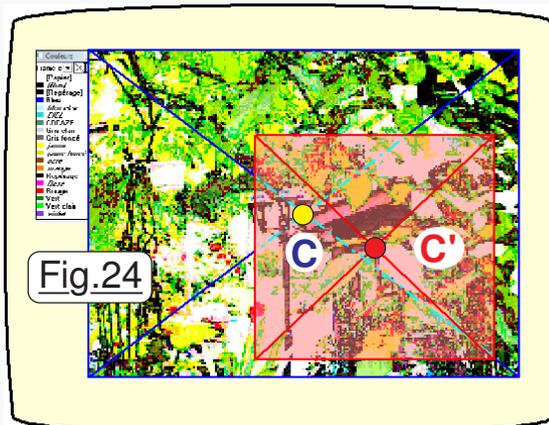
Supposons que l'extraction définitive ne retienne que les deux tiers de la surface de la photographie initiale, on voit que $1,6 / 2 \times 3 = 2,4$ Méga-pixels de résolution pour l'appareil photographique numérique sont suffisants. Ces calculs sont théoriques, mais pratiquement on constate que l'on peut encore diminuer notablement la définition sans que la différence ne soit appréciable sur le papier. Ce cas se produit lorsque sur un couple stéréoscopique, on ne retient des photographies de genèse qu'une zone assez restreinte avec un effet de zoom numérique qui tend à "pixelliser" l'image si on exagère l'amplification.

2) EXTRACTION DU COUPLE D'IMAGES CARRÉES.

Le copieux préambule qui précède ce chapitre permet d'affirmer que l'on peut ne retenir qu'une portion relativement réduite de l'image initiale sans pour autant dégrader l'impression de finesse visuelle en observation sur la visionneuse. La Fig.24 représente l'écran du moniteur vidéo de l'ordinateur sur lequel on affiche une photographie qui a été enregistrée en orientation paysage. L'extraction va consister à sélectionner une zone carrée représentée en rouge qui englobe l'ensemble de ce qui est pertinent sur la scène analysée. Comme déjà précisé en Fig.13 de la page 18, l'échantillon retenu peut parfaitement se trouver décentré à condition que :

- Sur les deux images **IG** et **ID** le centre **C'** adopté soit voisin,
- Sur **IG** et **ID** le carré sélectionné soit de dimensions identiques.

Ce double critère est assez important à respecter pour la cohérence du relief, car l'échantillon copié, une fois placé sur la page virtuelle à l'aide du logiciel de P.A.O. va subir des étirements pour l'ajuster à



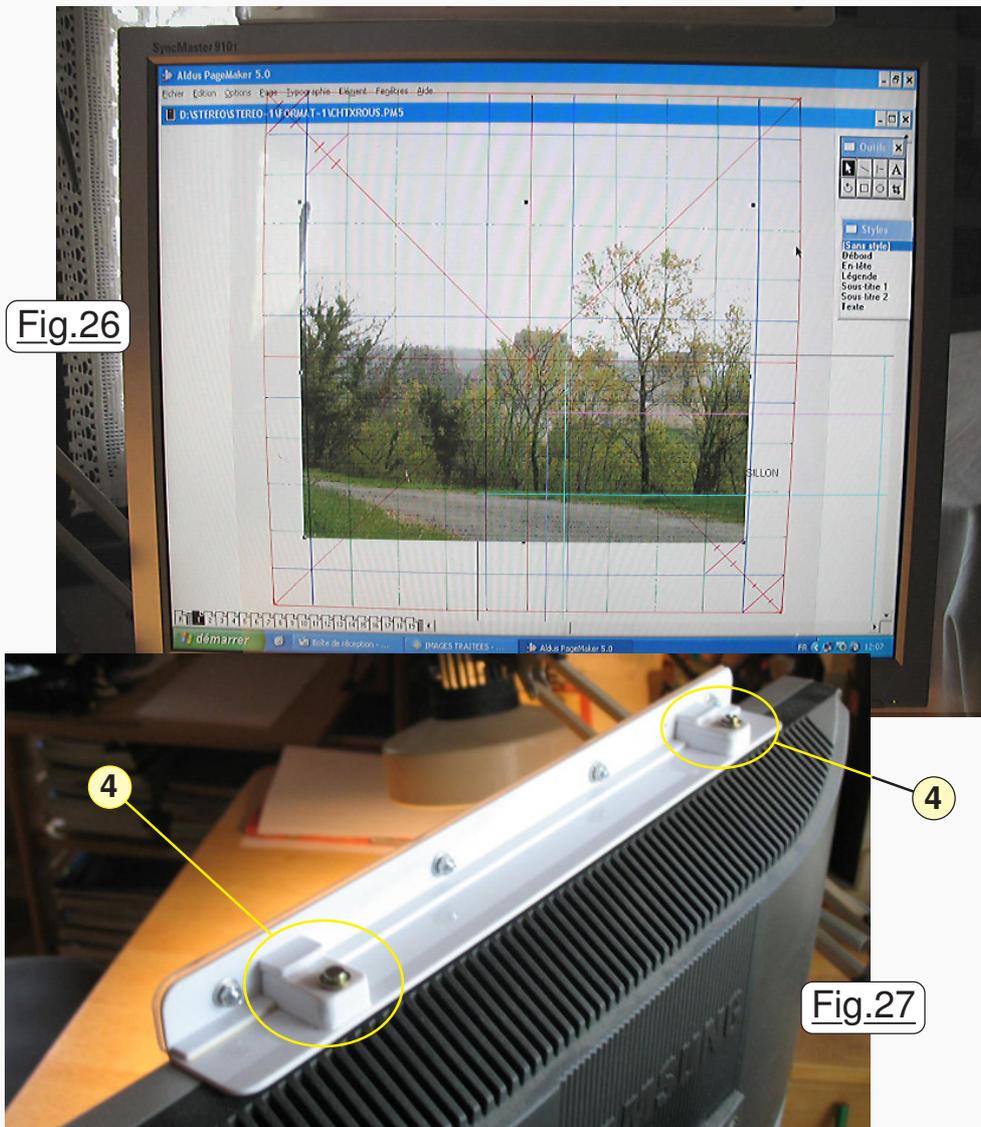
110 mm x 110 mm. Si au départ la forme saisie est rectangulaire, en devenant carrée (Plus grande ou plus petite selon le cas) va alors se déformer. Si les deux images subissent une trop grande élongation dans leur déformation, alors le relief sera incommode à regarder. Si les deux échantillons extraits n'ont pas une

dimension identique, alors leur facteur de réduction ou d'agrandissement étant distinct, les mêmes conséquences d'inconfort visuel vont en résulter.

Dans cette phase du traitement, on constatera encore qu'une rigueur mathématique n'est pas indispensable, une large marge d'imprécision sur le choix de **C'**, de la forme carrée et de ses dimensions est tolérable sans pour autant dégrader de façon significative la qualité du résultat final.

E LA GRILLE D'EXTRACTION.

ffectuer le Copier/Coller informatique sera réalisé avec le logiciel de votre choix, n'importe quel programme tel que PAINTE.EXE conviendra à partir du moment où on peut visualiser une image, en sélectionner une zone et la copier dans le "presse-papier" de WINDOWS. Par contre, il me semble presque indispensable pour déterminer aisément la zone qui sera retenue, d'utiliser une grille



visible en **4** les vis "tenon". Facile à placer, tout aussi simple à enlever. L'image derrière ce film se détache parfaitement et laisse entrevoir la grille **7** qui est constituée d'un réseau de carrés alignés sur leurs diagonales et permet avec une facilité déconcertante d'effectuer les bons choix et de procéder à la sélection.

- Centrer la zone carrée pertinente sur l'une des diagonales **5** de la grille. En **6** nous avons des repères intermédiaires pour repérer avec finesse la longueur exacte de la diagonale, débutant l'indexage du carré en général soit en haut, soit en bas avec les logiciels de dessin.
- Définir la zone carrée à copier en s'aidant de l'un des carrés du réseau présentant la bonne taille. On peut évidemment cadrer en interpolant entre deux carrés pour obtenir des images de taille intermédiaire.

- Copier l'image de gauche et la coller dans une session de PAINT.EXE pour y effectuer d'éventuelle correction d'aberration. Quand l'image sera corrigée de ses défauts, penser à sauvegarder.
- Travailler de façon analogue avec l'image de droite, en centrant sur le même point et en utilisant le même carré de la grille d'extraction. Coller cet échantillon dans une deuxième session de PAINT.EXE ce qui permet d'effectuer facilement les corrections d'aberration.
- Coller les deux échantillons dans le document du logiciel de P.A.O. Ces deux images seront correctement placées et redimensionnées à l'aide de l'effet d'attraction dans des cadres images prédéfinis.

Il ne reste plus qu'à observer sur l'écran de l'ordinateur la scène en relief avec le bloc optique autonome de notre visionneuse pour en traquer les défauts et les corriger. Puis, sauvegarder les images définitives. Documenter la page informatisée puis l'imprimer, ultime récompense qui prend l'aspect matériel d'un magnifique plan en relief.

3) Insertion des deux images sur une page virtuelle.

LE TRAVAIL EN SÉRIE.

Répétitif et indigeste par définition, c'est pourtant un incontournable si l'on veut minimiser le temps investi et augmenter notre efficacité. Réaliser une épreuve apte à être imprimée exige inlassablement à chaque fois opérations ordonnées :

- Traiter les deux images et en extraire les deux échantillons carrés.
 - Coller nos deux échantillons bien cadrés et de dimensions identiques (mais variable en fonction de la scène) dans deux carrés de 110 mm, séparés de 20 mm et placés comme montré sur la Fig.23 de la page 29. Le cadre de découpage **1** pour notre format spécifique sera également imprimé.
 - Ajouter le titre de la scène en **3**, le nom du fichier informatique en **5** ainsi que les références des deux échantillons numériques sauvegardés sur le disque dur.
 - Compléter par le symbole **7** qui rappelle qu'il faut décaler à droite la feuille dans le passe vues. En effet, pour faciliter les manipulations la largeur du passe vues est plus grande de 1 mm que celle des feuilles en papier. Le bord droit est choisi comme guide pour centrer parfaitement les deux images face aux trous carrés du passe vues.
 - Enfin, en haut à droite, on trouve en **4** quatre symboles qui seront complétés à la main pour noter les ajustements de lumière et de couleur propices au meilleur rendu du plan dans le stéréoscope. (Voir plus avant les explications à ce sujet au chapitre éclairage)
- L'informatique a été spécifiquement imaginée pour automatiser de tels

travaux répétitifs et simplifier considérablement de telles opérations. Peu importe le programme de P.A.O. utilisé, à partir du moment où vous en possédez parfaitement la maîtrise. Pour ma part, je me suis créé un fichier nommé BANAL.xxx, (xxx représente le type du fichier qui est fonction du programme utilisé. Par exemple BANAL.doc si le logiciel est WORD) Ce fichier de base comporte déjà vingt pages toutes identiques avec les cadres d'image et de texte en place. Il suffit de remplacer dans ces cadres les textes initiaux par ceux relatifs à la scène. Les cadres de découpage, les symboles d'ajustement d'éclairage sont bien évidemment des invariants qu'il n'y a pas lieu de modifier. Enfin, le logiciel que vous utiliserez devra permettre un redimensionnement automatique des images importées dans les cadres modèles par effet d'attraction informatique. Mon modèle respectant la géométrie du stéréoscope et du passe vues est décrit dans le détail sur la figure 23.

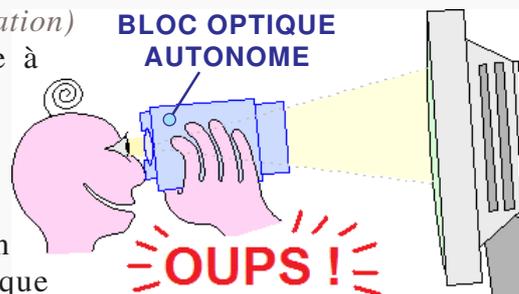
Une petite note s'impose au passage relative au papier utilisé. Tout support sera convenable à la condition IMPÉRATIVE qu'il ne soit pas brillant. **DU PAPIER MAT S'IMPOSE**, car un éclairage très énergétique est utilisé. Si le papier brille, la qualité de l'observation sera considérablement dégradée par des reflets parasites. Sans aller jusqu'à approvisionner du papier de qualité supérieure, je vous déconseille toutefois fortement le premier prix dont la faible épaisseur ne facilite pas les manipulations dans le passe-vues. Je vous recommande également du papier bien blanc, les rames réalisées en papier recyclé conservent une nette teinte jaunâtre qui nuit beaucoup à la restitution des couleurs d'origine.

Sur mon imprimante, je configure "Qualité supérieure" et non "Qualité ordinaire". C'est celle qui sur du papier courant mais de bonne facture donne les meilleurs résultats. Ne pas choisir l'option "Papier glacé" ou "Papier photo" qui sont dévoreuses d'encre sans améliorer pour autant le rendu final. Quelques essais comparatifs sur la même scène seront nécessaires chez vous pour trouver le meilleur compromis *Qualité d'impression / Économie d'encre*. Prendre une épreuve qui contient des zones claires, des zones sombres et beaucoup de détails fins pour effectuer ces tests. Dans les conditions citées, avec un jeu de cartouche j'imprime environ une centaine de scènes ce qui n'est pas si mal.

4) OBSERVATION AVEC LE BLOC OPTIQUE.

Cette phase du traitement des images est incontournable si l'on veut éviter à outrance du gaspillage d'encre et de papier. Il faut vraiment s'assurer que le plan est "parfait" avant de passer à l'impression. C'est dans le but de permettre une observation directe à l'écran des couples stéréoscopiques que le bloc optique de notre

visionneuse (*Voir chapitre réalisation*) est indépendant et très facile à désolidariser. Il suffit alors d'observer la scène sur le moniteur vidéo, les deux images doivent présenter une bonne définition. Personnellement, mon logiciel de P.A.O. ne représente que



des vues pixellisées sur les pages virtuelles pour des raisons de rapidité de visualisation. C'est un logiciel qui a plus de 20 ans, à cette époque, les ordinateurs étaient relativement lents et représenter des images grossières améliorerait le rafraîchissement vidéo. Si c'est aussi le cas chez vous, exporter votre page en format PDF dont la résolution est excellente. Puis, en ajustant à l'écran l'effet de zoom, on trouve assez facilement une taille qui ressemble au 110 mm x 110 mm. La rigueur n'est pas vitale, à partir du moment où IG et ID sont globalement visibles dans chaque oculaire. En s'éloignant ou se rapprochant de l'écran, on arrive à cadrer correctement, d'autant plus qu'avec la focale adoptée pour les oculaires, la mise au net se fait sur une plage de distances importante. La traque impitoyable des défauts devient évidente. Il suffit de repérer avec précision les éventuelles aberrations, puis de les corriger. Ce n'est que lorsque la visualisation sur l'écran vidéo sera impeccable, que l'on doit s'autoriser l'impression ... écologie et économie obligent.

5) CORRECTION DES ABERRATIONS.

C'est un passage obligé, mais facile à gérer. Statistiquement, un couple sur dix risque de nécessiter ce type d'ajustement spécifique. Quand on est sous le charme d'un environnement merveilleux, obnubilé par un beau cadrage, on oublie inévitablement les conseils techniques de prise de vue. Le risque d'unicité (Voir plus avant) ou qu'un élément puisse avoir bougé entre les deux épreuves est assez probable. Un clic à droite, un clic à gauche et un beau sourire de satisfaction au centre. Puis, en différé, phase 4 du traitement informatique, c'est la déconvenue. L'observation sur l'écran vidéo à l'aide du stéréoscope révèle une disgrâce. C'est la déconvenue. Un inconfort visuel révèle que quelque chose accroche, ça ne va pas. En un rien de temps on détermine le responsable de cette imperfection qui généralement sera :

- Un problème d'unicité. Un élément quelconque est bien présent sur une image et n'apparaît pas sur la deuxième.
- Un éclairage clignotant a impressionné une image du couple et pas l'autre.
- L'eau qui ondule dans la fontaine, on ne l'avait pas remarqué.

- Une personne a bougé au loin, c'est passé inaperçu à la prise de vue.
- La branche au premier plan a frémi sous l'influence d'une brise ténue.
- Un détail de proximité est sur une vue et pas sur l'autre.

Pour éliminer un tel défaut, il suffit de supprimer sa présence en recadrant les échantillons carrés ou par retouche du détail aberrant comme montré sur la Fig.28, scène sur laquelle en région **1** un élément génère du trouble visuel en vision stéréoscopique. L'approche la plus facile à gérer consiste à recadrer, mais n'est applicable que si la perte "du sujet intéressant" n'est pas trop importante, l'aberration doit pour cela occuper dans la scène retenue initialement une position marginale. On saisit alors un carré plus restreint **2** représenté en rose, ou bien, on en décale le centre sur **IG** et **ID**.

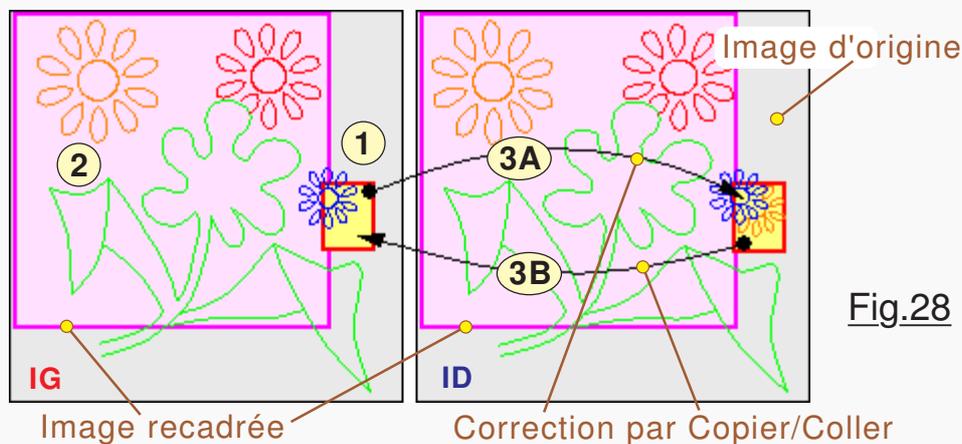


Fig.28

Par contre, si la perte de la zone concernée diminue fortement la beauté du plan retouché, il faut alors envisager une correction par recopie. La technique consiste à copier sur l'une des deux images une partie la plus petite possible incluant sur l'autre le défaut. (Petit rectangle rouge et jaune) On la colle ensuite sur l'autre image en la cadrant avec précision "au même endroit géographique". Cette méthode schématisée en **3A** ou **3B** donne généralement d'excellents résultats, mais peut parfois induire des effets pervers. Abordons pour illustrer ce thème, quelques exemples bien classiques.

Le premier exemple sera celui de la Fig.29 qui montre les deux photographies originales de la magnifique tour du château de Foix. les deux fichiers images **EXEMPLE 9G** et **EXEMPLE 9D** sont ceux corrigés après extraction. Cette épreuve comporte bien des maladresses. Ceci dit, le centrage au départ sur les deux épreuves est correct, on vise bien un point invariant sur la cible comme le soulignent les deux diagonales rouges. C'est l'exemple typique de saisie sans précaution, telles que je les pratiquais à l'origine avec un premier plan trop proche et une base utilisée pour le décalage latéral trop importante. En bas à

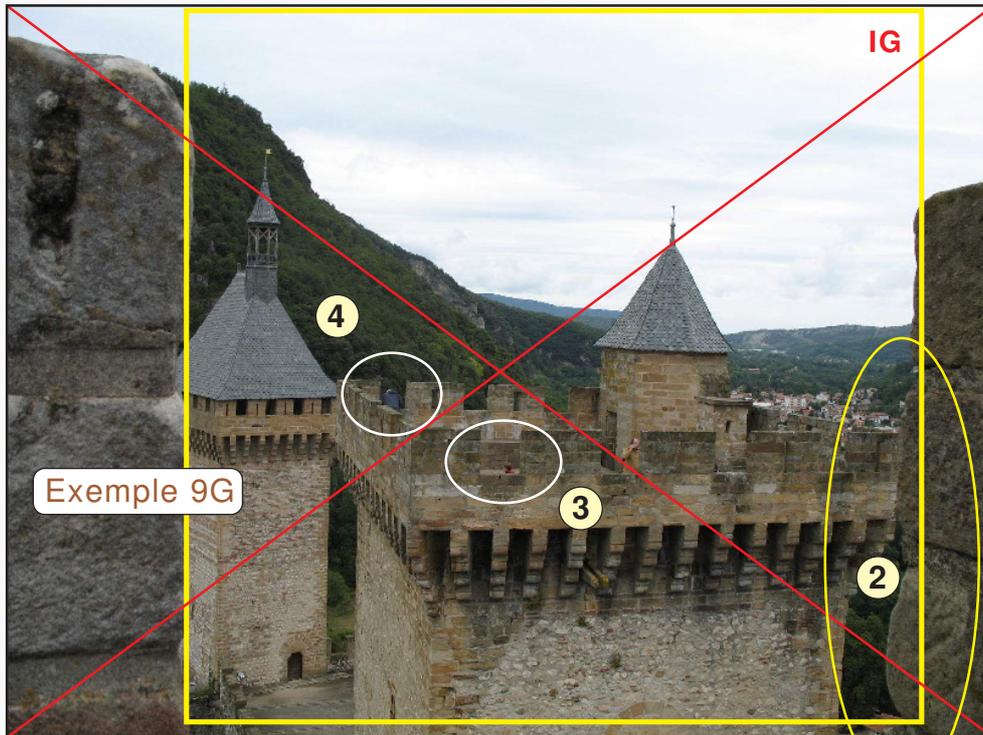
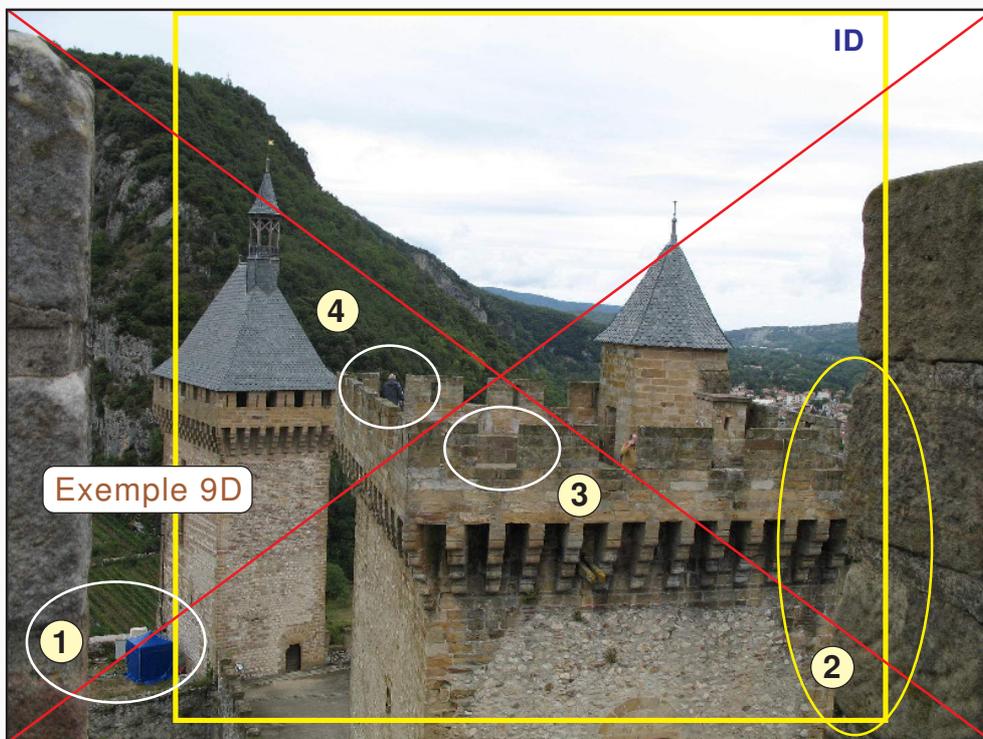


Fig.29

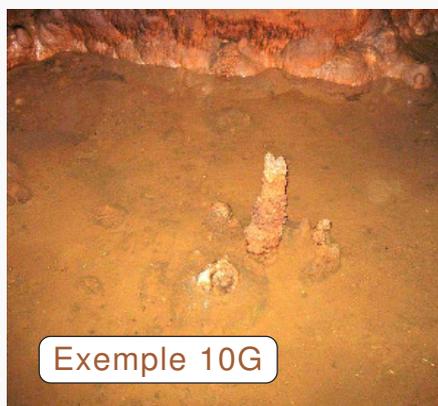
En observant en particulier les nuages, on remarque bien que l'image de gauche placée ci-dessus et plus claire que l'image de droite placée. Ces images sont au format de l'appareil photographique utilisé.



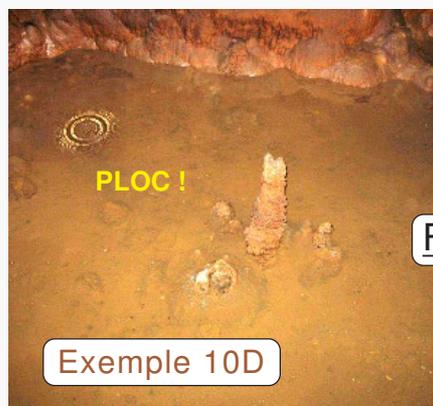
gauche, on constate la présence en **1** de la tente bleue sur **ID**, alors qu'elle n'est pas visible sur **IG**. Les deux carrés tracés en jaune représentent les échantillons d'extraction effectués à l'époque au "pifomètre", je ne disposais pas encore de la grille de calibrage. Vous constaterez qu'ils ne sont pas de taille identique, ces images ont donc subi des étirements différents. Malgré cette erreur, le plan reste très agréable en contemplation relief. Noter au passage que le problème de la tente bleue est résolu en effectuant un Copier hors de sa présence, le défaut étant suffisamment marginal pour oublier la région gauche de l'image.

P ar contre, la zone **2** étant trop différente, une partie assez étendue de la tour est masquée sur **ID**. Visible sur **IG**, il en résulte une gêne visuelle à l'observation stéréoscopique. *Il importe de toujours veiller à ne pas exagérer le décalage latéral quand on privilégie un avant plan proche de l'objectif.* La personne rouge en **3** se déplaçait, sur l'image de gauche elle est vue dans le créneau, alors que pour **ID** elle n'est plus visible car cachée en arrière du mâchicoulis. La solution facile pour résoudre cette aberration cinématique consiste à copier la zone sur **ID**, et à la recadrer pour la placer en concordance avec le créneau sur **IG**. Un autre défaut d'aberration cinématique est visible en **4**. La personne en bleu se penchait lors de la saisie de **IG**, en **ID** elle est debout. La correction également aisée consiste à copier sur l'une des images un rectangle encadrant le problème, de le coller sur l'autre en ajustant la position et les proportions ce qui est fait sur les deux fichiers images **EXEMPLE 9G** et **EXEMPLE 9D**. Ainsi traité, ce souvenir redevient tout à fait exploitable, et pourtant on peut repérer que globalement **IG** est plus foncée que **ID**. Cette différence n'a pas été remarquée lors du traitement. Vous pouvez en déduire que vraiment, la vision stéréoscopique accepte bien des imperfections sans pour autant nous sanctionner avec trop de sévérité.

Pas de chance, quand on a voulu figer sur l'image de droite cette merveilleuse stalagmite de la grotte de LIMOUSIS, malencontreusement



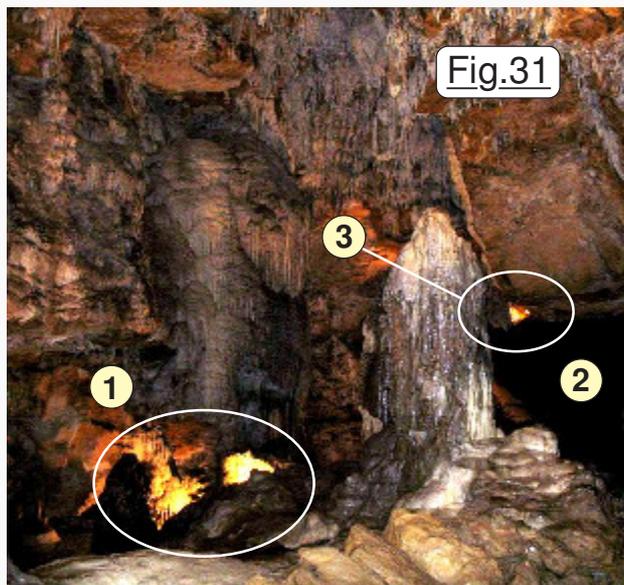
Exemple 10G



Exemple 10D

Fig.30

une goutte d'eau s'est détaché de la voûte. PLOC ! Et c'est une aberration d'unicité qui détruit cette belle scène. Qu'à cela ne tienne : Une copie à droite, un collage à gauche au bon endroit et c'est gagné, la petite ondulation circulaire est immortalisée. Ce n'est pas totalement idéal, car elle perd de son volume, elle semble un peu plate. Mais c'est subtil, si ignore la supercherie, personne ne remarque rien. Par contre, la vaguelette ainsi représentée souligne la présence de l'eau, son effet est bénéfique. Vous pourrez observer le résultat en imprimant les deux fichiers image **EXEMPLE 10G** et **EXEMPLE 10D**. Le cas de la Fig.31



ci-contre est également un grand classique. Au moment de réaliser l'une des vues du couple, l'éclairage en **1** était clignotant, ce que bien entendu le photographe n'a pas remarqué, subjugué par la beauté de la grotte de Balme. Bien naturellement, sur l'une des deux vues l'ampoule électrique est éteinte, alors que sur l'autre elle brille comme un Soleil. Du coup, pour

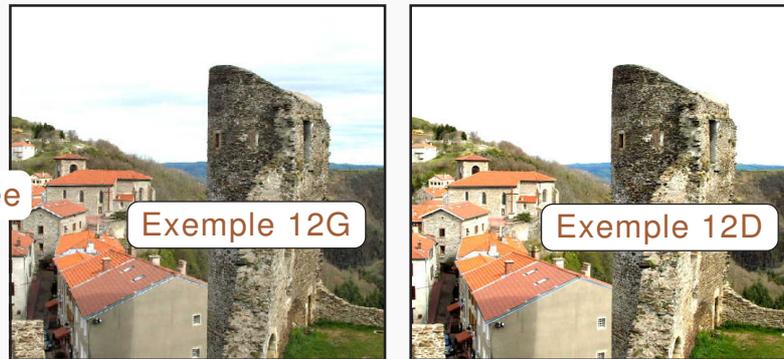
recupérer ce remarquable plan que je vous livre dans les deux fichiers **EXEMPLE 11G** et **EXEMPLE 11D**, il a fallu un sérieux travail de reconstitution dans la zone affectée. En **2** on peut observer une région complètement noire qui ne révèle aucun relief. Les grottes constituent un cas particulier où ce n'est pas vraiment regrettable, la notion de volume étant parfaitement reconstituée par la présence de concrétions et de la voûte. Ces cavités souterraines se prêtent particulièrement bien à la photographie stéréoscopique, les résultats sont généralement enchanteurs. Attention, on voit en **3** la présence d'une singularité. En fonction de la position de la prise des vues et du décalage latéral, ce détail pourrait se trouver visible à droite et masqué par la stalagmite à gauche. Bien faire attention à ce type de risque **d'aberration d'unicité**.

AJUSTER LA LUMIÈRE GÈNÈRE DE L'ABERRATION D'UNICITÉ.

Statistiquement le risque n'est pas grand, mais par manque d'attention, lors le l'ajustement de la luminosité des images, on peut créer une aberration d'unicité que n'avait pas le plan initial. Par exemple, le couple **EXEMPLE 12G** et **EXEMPLE 12D** est dégradé par

Tour de
Rochetaillée

Fig.32

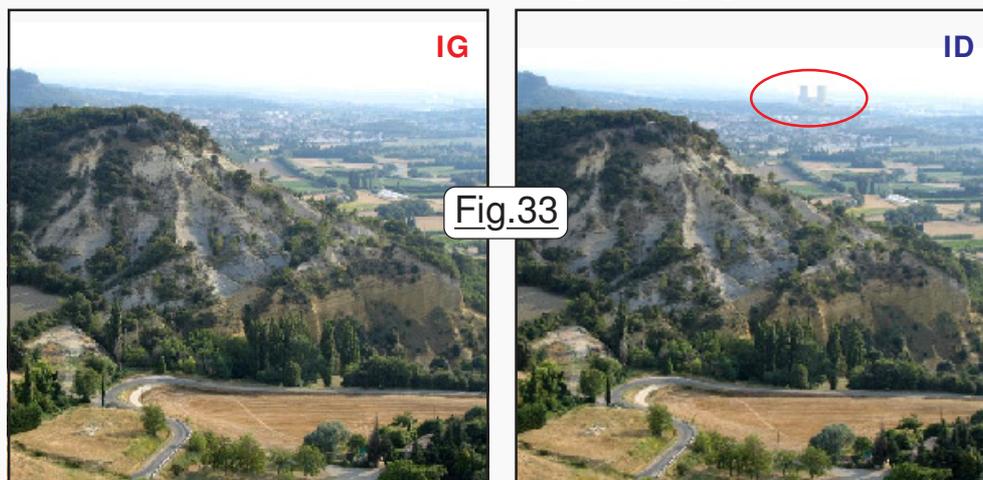


un tel phénomène. Si vous mesurez les dimensions des deux échantillons, vous vérifierez que celui de droite est plus large que celui de gauche. Il y a donc de la distorsion géométrique quand les deux images sont étirées à 110mm x 110 mm. Ici encore, on constate qu'à l'observation dans la visionneuse ce défaut n'est pas du tout gênant. Par contre, l'image de droite a été bien plus éclaircie que l'image de gauche. Les nuages n'y sont pratiquement plus visibles. Ce manque crée un inconfort manifeste.

Il sera donc important lorsque le traitement des images sera effectué, à bien regarder les deux échantillons pour repérer avec acuité de possibles aberrations d'unicité dont la probabilité n'est pas négligeable du tout. Par exemple, sur la Fig.33, la centrale nucléaire du Tricastin est parfaitement visible sur **ID** bien que située au lion dans la brume estivale. Par contre sur **IG** trop claire en ajustement, elle n'est plus présente. Sur les images **EXEMPLE 13G** et **EXEMPLE 13D** ce défaut a été corrigé, la scène est alors de bonne composition.

L'EFFET PERVERS DES CORRECTIONS D'ABERRATION.

L' expérience et la pratique montrent que d'une façon générale les résultats d'une correction par "superposition recentrée"



d'un détail d'une vue sur l'autre, sont d'autant plus probant que le timbre déplacé est de petite dimension relativement à l'image globale. Ceci dit, parfois le résultat d'un tel traitement peut avoir des effets étranges. Un tel cas particulier vous est fourni sur la Fig.34 par les images **EXEMPLE 14G** et **EXEMPLE 14D** qui sont corrigées mais affectées de cet effet curieux. La personne en train de photographier

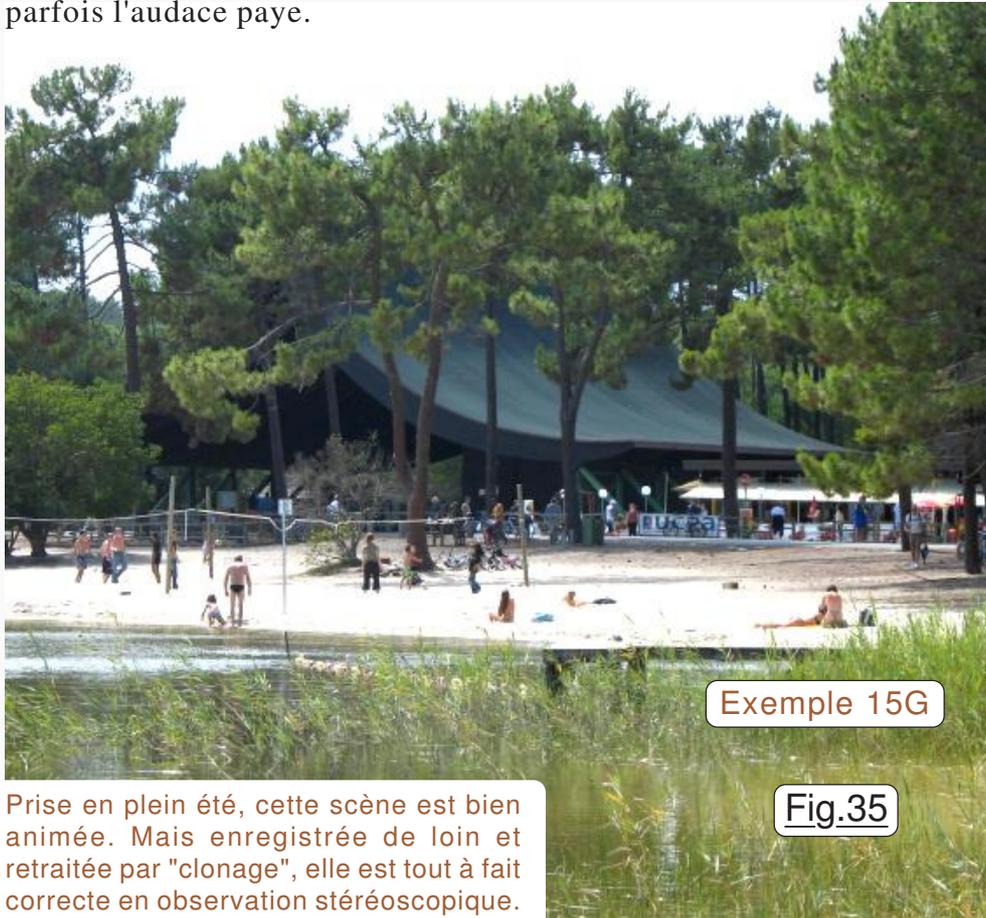


avait bougé entre la saisie des deux images. Pour compenser l'aberration cinématique, un Copier/ Coller indexé au plus juste a été effectué avec placement judicieux au bon endroit. Si vous examinez cette scène avec un stéréoscope quelconque, vous allez constater que le clone déplacé ressemble à *une petite image plane qui lévite dans le paysage*. Cette platitude locale se

rencontrera chaque fois que l'on effectuera ce type de correction sur **des images qui ont été saisies avec un décalage latéral trop important**. Exagérer la valeur de la base accentue le relief, mais du coup tend à aplatir en relatif des zones qui par copie sont forcément identiques. Sur un tel cas, il serait plus propre d'éliminer le défaut par un recadrage, mais encore faut-il qu'il ne soit pas trop central.

Notons que parfois, chercher à corriger certaines aberrations d'unicité s'avèrera plus néfaste que de les accepter. On a mentionné un tel cas en Fig.11 sur la page 17. La fatigue visuelle à l'observation est acceptable, la gêne occasionnée tout à fait supportable. Chercher sur une telle vue à éliminer le premier plan serait préjudiciable à la beauté générale de la scène. Une correction par clonage peut également dégrader exagérément une épreuve par effet de platitude localisée. Il vaut mieux dans ce cas recadrer la scène pour éliminer le problème. Pour clore le sujet sur les corrections d'aberration, la technique du Copier/Coller fonctionne généralement avec bonheur. Par exemple, sur la Fig.35 qui est issue des images **EXEMPLE 15G** et **EXEMPLE 15D**, la Pagode de la base de loisirs de Bombannes est vraiment bien restituée en relief. Les images ont été enregistrées durant l'été, autant dire qu'il y avait foule et beaucoup de mouvement. Mais saisie de loin, l'amplitude des déplacements n'est pas trop grande, et

seuls cinq ou six détails ont été corrigés, l'ensemble est tout à fait acceptable. Il ne faut donc pas systématiser des conseils trop restrictifs, parfois l'audace paye.



Exemple 15G

Fig.35

Prise en plein été, cette scène est bien animée. Mais enregistrée de loin et retraitée par "clonage", elle est tout à fait correcte en observation stéréoscopique.

A ce stade de notre visite dans le monde de la stéréoscopie, nous sommes capables d'enregistrer de beaux souvenirs en évitant les imperfections de base, en favorisant la spécificité du relief. Nous sommes devenus des professionnels pour transformer nos photographies en couples stéréoscopiques. Le traitement informatique ne présente plus de secret pour nous et l'imprimante maison va s'en donner à cœur joie. Il ne nous reste plus qu'à réaliser une visionneuse bien adaptée pour admirer nos trésors avec un maximum de confort et de satisfaction. Cette phase de notre grandiose projet n'est en rien critique, elle s'apparente à du maquettisme de loisir sans en exiger la finesse et la méticulosité. Le premier bloc optique autonome qui a permis de valider certains concepts et optimiser les caractéristiques était agencé avec du carton d'emballage découpé au cutter. L'assemblage des divers morceaux découpés et pliés était exécuté à l'aide d'un pistolet à colle chauffée, prévu à l'origine pour immobiliser sur les murs d'une maison

des câbles électriques. C'est dire si une technologie bien rudimentaire est largement acceptable. Ce prototype en a vu des vertes et des pas mures. Coupé, recoupé, agrandi puis réduit, de multiples modifications ont abouti à la version qui sera décrite. Mais n'allez pas imaginer que le modèle présenté sur la Fig.36 est issu d'une génération spontanée. C'est le dernier né de toute une génération d'avortons plus ou moins réussis qui par approximation successives ont abouti à un appareil vraiment fonctionnel et pensé dans les moindres détails. Pourtant, le stéréoscope binoculaire est "vieux comme le monde". J'avais donc imaginé au départ qu'en réaliser un modèle agrandi serait assez trivial, une pure formalité. J'étais bien présomptueux de croire que reproduire en plus grand serait

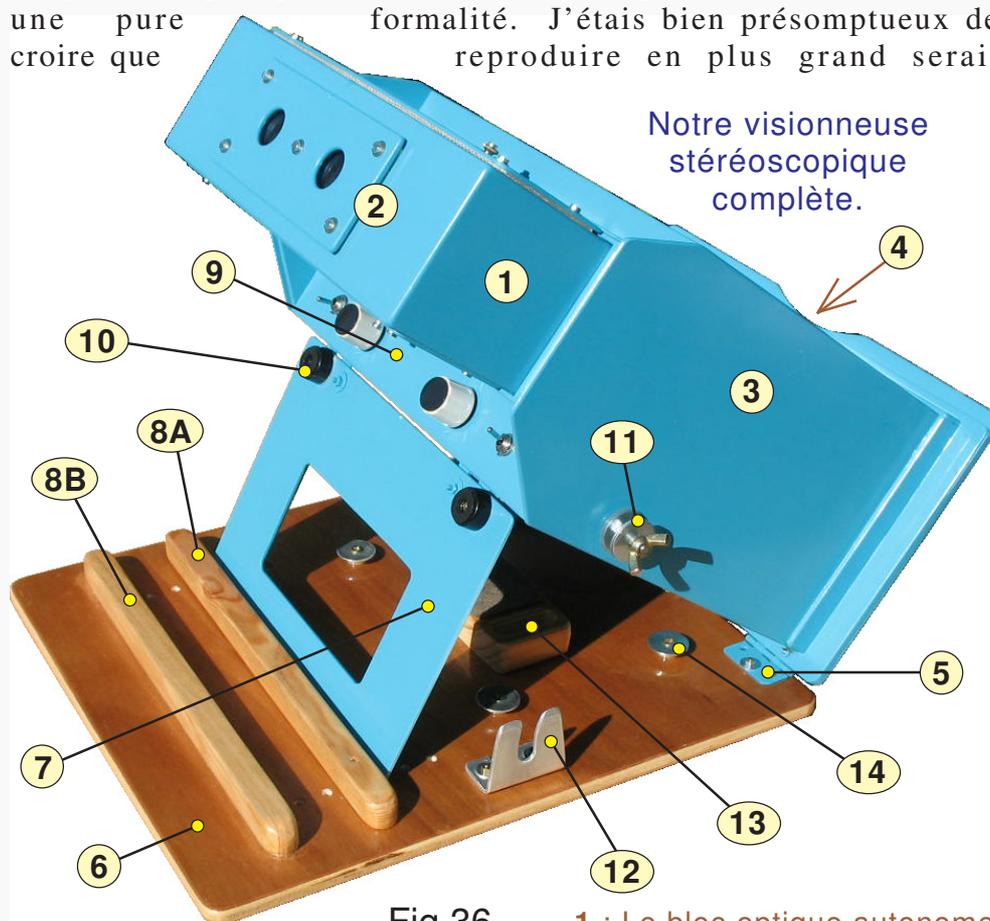


Fig.36

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2 : Les oculaires.
 4 : Le passe-vues.
 6 : Socle de base en bois.
 8A : Butée de béquille mobile.
 9 : Ajustement des éclairages.
 11 : Blocage de rangement.
 13 : Support de rangement du bloc secteur.
 14 : Taquets d'enroulement du fil secteur.</p> | <p>1 : Le bloc optique autonome.
 3 : La structure principale.
 5 : Articulation de rangement.
 7 : Béquille d'inclinaison.
 8B : Butée de béquille fixe.
 10 : Pieds de repos rétracté.
 12 : Baïonnette de blocage.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

élémentaire. En fait, dans le monde de la technique rien n'est simple, et dans notre cas les pièges étaient légion, et je suis tombé dans toutes les chausse-trappes. Agencer une solution que je désirais "parfaite" et sans concession n'a pas été du tout une évidence.

Riche d'une population généreuse de lentilles en tout genre récupérée dans tout engin optique qui était voué à la casse, depuis la longue-vue rouillée en passant par le vieil appareil photographique inutilisable et l'antique épiscopo d'une autre époque, il m'a été possible de comparer les résultats avec des oculaires de longueurs focales très variables. Les caractéristiques retenues pour l'appareil construit résultent de nombreux compromis dont l'énumération ne présente pas gros intérêt et se présente ici en hors-sujet. La taille et l'emplacement des miroirs du périscope d'écartement ne coulent pas non plus de source. Alors pouvoir rapidement faire et défaire pour expérimenter à l'aide d'un vulgaire cutter était indispensable. Autant dire que pour réaliser cet appareil, chacun pourra puiser dans ces ressources techniques personnelles, mettre en œuvre ses méthodes habituelles et ses matériaux de prédilection. Que vous construisiez avec du carton, du bois ou des plaques en or pur, (Dans ce cas pas besoin de le peindre !) peu importe le matériau à partir du moment où vous vous sentez capable de le façonner.

Pour ma part, je maîtrise depuis toujours le bois et les plaques en métal galvanisé de faible épaisseur. J'ai réalisé un grand nombre de boîtiers électroniques avec des coffrets en fer galvanisé, garantissant l'effet de cage de Faraday souvent indispensables dans ce domaine. Mais pour notre visionneuse, j'ai opté pour une autre source de bricolage infiniment plus agréable à travailler : Le polystyrène choc. On trouve des plaques d'épaisseur et de couleur différentes que les stylistes utilisent pour agencer des décorations de vitrines commerciales. J'ai apprivoisé ce genre de plaque en épaisseur de deux ou trois millimètres, c'est cette deuxième valeur qui donne les meilleurs résultats en termes de rigidité. Peu importe que la plaque de base soit blanche, verte, beige ou marron foncé, de toute façon notre appareil sera teint, le polystyrène acceptant parfaitement la peinture ordinaire.

Comme colle, de loin le meilleur produit consiste à mouiller avec un petit pinceau la pièce à assembler sur tranche ou en surface avec du trichloréthylène, et de l'appliquer fortement sur l'autre élément pour provoquer une soudure. L'assemblage reste souple pour modifier les alignements durant environ dix à quinze minutes. Après douze heures de séchage, l'assemblage est définitif et constitue une seule et unique pièce mécanique.

Il suffit de soumettre les deux mots clef "POLYSTYRENE CHOC" à votre moteur de recherche favori sur Internet pour trouver de nombreux fournisseurs dans votre région. Pendant quelques années le trichloréthylène était interdit à la vente en grandes surfaces, mais on en retrouve actuellement dans les drogueries. ATTENTION, il ne faut pas le respirer. Donc les collages seront effectués dans un local convenablement ventilé. Le décor est planté, passons aux actes ...

RÉALISATION DE NOTRE VISIONNEUSE STÉRÉOSCOPIQUE.

C' est à la fois une phase incontournable si l'on veut vraiment profiter de nos magnifiques souvenirs spatiaux temporels, mais également une entreprise ludique très agréable pour celui qui aime créer de ses mains. C'est aussi le chapitre sur lequel je vais m'étendre le plus, non pas que ce soit difficile à mener à bien, mais j'ai décidé de prendre le risque d'en faire trop avec la certitude de vous conduire au bout, plutôt que de proposer un document plus dépouillé avec une menace d'en laisser pour compte. Dans ce qui va suivre, je vais donc vous proposer une description outrageusement détaillée qui rendra la réalisation de votre appareil évidente avec l'assurance d'un succès à la clef. Le préambule à ce chapitre vous a expliqué la gestation délicate de la version actuelle. Délicate pour aboutir à un compromis optimal, mais conçu pour une reproduction aisée. Il suffit de respecter l'agencement global et les différentes dimensions « critiques ». Je ne peux que vous engager à faire confiance à la géométrie actuelle et à bien respecter certaines cotes fonctionnelles dont je soulignerais l'importance dans ce descriptif. Avant de se lancer avec enthousiasme dans la fabrication de notre optronicstéréoscomagique, passons en revue les caractéristiques que je m'imposais pour évaluer une fois l'appareil terminé, l'aspect réussite ou échec de cette entreprise.

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL. (Ça c'est du sérieux !)

- 1) Observation des images très confortable. C'est le minimum que l'on peut exiger d'un tel appareil, mais c'est aussi le critère qui m'a demandé le plus de mise au point, et qui c'est avéré le plus délicat à satisfaire.
- 2) Mise en place et récupération facile des images.
(C'est un pléonasme !)
- 3) Éclairage parfait des épreuves.
- 4) Encombrement raisonnable.
- 5) Ergonomie soignée. La contemplation des images ne doit pas imposer une posture fatigante, ça coule de source.

6) Rangement rapide et facile.

7) Pouvoir utiliser le bloc optique à part pour analyser des couples stéréoscopiques directement sur l'écran vidéo de l'ordinateur servant à imprimer les épreuves. Cette phase du traitement des images permet de traquer et corriger les aberrations avant d'imprimer les plans.

Nous allons passer dans un premier temps en revue les divers choix de conception effectués et les justifier. Ceci vous permettra éventuellement d'en évaluer la pertinence et pourquoi pas, faire à votre idée, des améliorations sont toujours possibles voir envisageables. Vous allez constater au passage qu'une chronologie logique s'impose naturellement et que l'agencement global résulte plus d'un bon sens élémentaire que d'une théorie digne d'une thèse de second cycle.

LA GÉNÈSE DE NOTRE VISIONNEUSE.

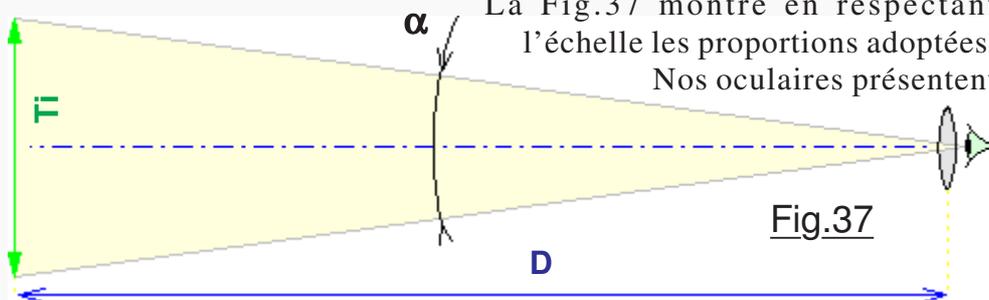
P ar anticipation, le chapitre "*DIMENSIONS OPTIMALES POUR LES IMAGES*" de la page 26 a pleinement défini et justifié les tailles des images et celles du support utilisé. La structure générale et l'encombrement global de notre machine à reconstituer l'espace vont en découler directement. Ayant défini l'étendue des images ainsi que leur écartement, nous pouvons déterminer les caractéristiques des oculaires, pièce maîtresse de l'optique de notre visionneuse.

CHOIX DES DEUX OCULAIRES.

La caractéristique de base des deux objectifs est leur distance focale **D**. Comme précisé en annexe vers la fin du livre, choisir une valeur faible va favoriser l'angle d'observation α , diminuer l'encombrement de l'appareil mais générer des aberrations chromatiques inacceptables. Toujours dans l'annexe, il est également précisé le fait qu'une courte focale va générer des difficultés pour l'obtention d'un éclairage uniforme. Les dispositifs du commerce choisissent pour α des valeurs inférieures à 40° . Les tailles **Ti** des images étant fixées, augmenter **D** va influencer directement l'encombrement général, et diminuer l'impression de grandeur de l'écran de visualisation, car α régresse.

La Fig.37 montre en respectant l'échelle les proportions adoptées.

Nos oculaires présentent



une focale de 400 mm qui après de nombreux essais démontre une bonne géométrie de notre visionneuse et assure à tous les utilisateurs une accommodation aisée sans le secours de leurs verres correcteurs, qu'ils soient presbytes ou myopes. Avec une telle focale, l'ajustement focal que l'on rencontre sur des jumelles pour compenser la différence résident entre nos deux yeux n'est pas du tout nécessaire. De plus, la mise au point est bonne sur une large plage de distance effective entre l'image et l'oculaire, ce qui rend aisée l'utilisation du bloc optique "en l'air", pour une observation sur l'écran de l'ordinateur par exemple.

L'angle α qui en résulte fait environ $15,6^\circ$. Coté qualité optique et risque de détérioration chromatique à la périphérie, rien à craindre. Une focale importante augmente bien évidemment l'encombrement de l'appareil, mais procure une grande souplesse d'adaptation visuelle, critère placé au sommet de la hiérarchie pour voter nos compromis. La Fig.37 peut faire craindre un engin diablement étendu, mais dans la réalité il sera bien plus "ramassé" par le fait que le faisceau optique va se trouver coudé à deux reprises pour le rendre compatible avec la morphologie humaine. C'est dit, on adoptera :

FOCALE 400 mm ou sous une autre forme : **2,5 Dioptries.**

Où trouver notre optique ? Chez l'opticien du coin ! Je suis donc allé voir le commerçant le plus proche et commandé deux verres de lunette circulaires dont les exemplaires standard à cette focale sont disponibles à des diamètres de 50 mm. C'est un peu trop grand, car les lentilles de verre sont séparées de la distance de nos yeux soit 65 mm. Sans augmenter le tarif annoncé à ma commande, le praticien m'a proposé avec gentillesse d'en diminuer le diamètre à 40 mm ce qui est parfait. Affaire conclue, reste à ne pas les casser ou les rayer durant la fabrication, il faudra rester prudent et méticuleux.

IMMERSION PÉRISCOPIQUE !

La Fig.38A en page 51 (Qui ne respecte pas les proportions) montre clairement qu'avec des images séparées de 130 mm et des yeux distants de 65 mm, nous devrions accommoder avec un strabisme divergent pour observer le relief. Comme c'est inenvisageable, il importe de rapprocher les deux axes visuels de **IG** et **ID** à la distance requise. La solution simple à ce problème consiste à utiliser deux miroirs **M1** et **M2** comme montré sur la figure 38B, c'est exactement ce qui se fait pour un périscope. Cette approche présente toutefois un inconvénient rédhibitoire. La faisceau optique de **IG** coudé deux fois est plus long que celui de **ID** de la valeur $130 \text{ mm} - 65 \text{ mm} = 65 \text{ mm}$. Non coudé il présente l'aspect montré en jaune. Cette géométrie implique déjà l'achat de deux oculaires de focales différentes. Notre stéréoscope ne sera pas