

La Macrophotographie

En quoi ce procédé ouvre t-il une autre dimension ?



Mémoire de fin d'études ISIS 2014-2015

Etienne Kadyszewski Audiovisuel 3^{ème} année Section image

Sous la direction de Herve Lefel,
Intervenant référent de la section image.

Sommaire

Remerciements _____ p6

Introduction _____ p7 et p8

Le Petit et le Grand

Définitions _____ p9 et p10

Le grandissement _____ p11

Logique de l'échelle _____ p12

La profondeur

L'explication du phénomène _____ p13 et p14

L'exemple du sténopé _____ p15

Relations entre paramètres _____ p16

Bref historique

Les débuts de la photo rapprochée _____ p17

La photomicrographie _____ p18

Sujets macro et références

Le cinéma scientifique _____ p19

L'animation en volume _____ p20

Pratique et procédés

La théorie _____ p21

Utiliser une bonnette _____ p22

Augmenter le tirage _____ p23

Objectifs spéciaux _____ p24

La pratique _____ p25 p26 p27 p28 p29 et p30

Conclusion

Remarques techniques _____ p31

Myopie et allégorie de la proximité _____ p32

Bibliographie _____ p33

Remerciements

Premièrement je remercie Hervé Lefel pour le regard qu'il a porté sur mon travail, ainsi que pour les conseils techniques dont il m'a fait part.

Merci également à Fanny Saadi, pour son cours sur la rédaction, la méthodologie et la mise en page d'un mémoire.

Je tiens à remercier le magasin d'ISIS pour avoir mis à ma disposition un 5D mark II et une série d'optiques Canon pendant une semaine pour la réalisation de la partie essai pratique de ce mémoire.

Merci à mon père, Gilbert Kadyszewski pour son aide dans la fabrication de matériels et d'accessoires qui ont permis le bon fonctionnement des essais.

Un grand merci à Carole Pinault pour son soutien et sa participation dans l'aspect myrmécologique des tests.

Et enfin, merci aux camarades qui se sont intéressés à mon sujet et qui ont su me conseiller, notamment : Maxime Van Melkebeke et Marion Brunel.

Introduction

Dans ce mémoire nous allons tenter de découvrir, définir, analyser et comprendre l'image macrophotographique. Ce sujet, par sa nature, va s'appuyer sur l'étude technique de ce qu'implique la macrophotographie. A la fois grâce à des considérations optiques purement photographiques tout en gardant comme ligne directrice la volonté de créer une image en mouvement qui peut s'inscrire dans un film de cinéma.

Pour nous guider je m'efforcerai de répondre à la problématique soulevée :

En quoi la macrophotographie ouvre t-elle une autre dimension ?

Nous verrons qu'en effet ce procédé optique, par son rapport de grandissement ouvre les portes de l'univers microscopique et nous offre un point de vue très particulier qui nous est difficile d'obtenir avec notre seul œil nu. Cette micro dimension permet de nous libérer de l'échelle du sujet, des aprioris qui y sont liés ainsi que de toutes références habituelles. La notion de perception est donc au cœur du sujet puisqu'il s'agit de la relativité du point de vue. Il est donc intéressant de se demander quels sont les éléments qui rendent cette vision si fascinante.

Mon intérêt pour la macrophotographie a toujours été une évidence. En effet, dès mon plus jeune âge, en temps que myope la vision que j'avais du monde était la proximité du petit. Nous verrons qu'une configuration macrophotographique est dans la plupart des cas myope, c'est à dire qu'elle ne peut pas créer une image nette de son infini photographique. La macro nous place donc dans un univers de proximité, il s'agit en fait simplement d'un changement d'échelle qui nous transpose du mètre au centimètre. Et alors les êtres insignifiants sur lesquels on marchait sans même s'en rendre compte deviennent de gigantesques animaux incontournables.

Nous nous appuierons sur les notions scientifiques de l'image pour tenter d'en expliquer l'esthétique. Nous verrons que technique et esthétique sont indissociables quand on parle de mise en scène et que l'un n'a pas de sens sans l'autre.

Je vous propose d'aborder les considérations techniques avec précision mais à la fois avec un souci de rendre accessible les explications aux non-spécialistes.

Plusieurs questions viennent directement à l'esprit quand on parle de macrophotographie :

Qu'est ce que la « macrophotographie » ?

Pourquoi ce terme est-il associé aux sujets de petites tailles ?

Nous allons nous pencher sur la définition de la « vraie » macrophotographie qui est basée sur le grandissement et non sur la taille du sujet. Nous dissocierons « macrophoto » de « proxiphoto » .

Pourquoi l'image macro est-elle caractérisée par une faible profondeur de champ ?

Nous allons d'abord tenter d'expliquer le phénomène de profondeur de champ, nous verrons qu'il est la conséquence de l'utilisation d'une lentille pour créer l'image. Nous découvrirons qu'il évolue selon trois paramètres et que la macro en impose un.

Quels intérêts et particularités ce procédé apporte t-il ?

Quel outil de mise en scène est-il ?

Nous nous pencherons sur l'utilisation de la macro et de la proxiphoto comme outil de mise en scène dans le cinéma, notamment dans le film « Microcosmos » de Claude Nuridsany et Marie Pérennou, mais également dans l'animation traditionnelle avec les films des frères Quay. Nous verrons d'autre part les applications qu'elles peuvent avoir dans la science en évoquant la photomicrographie.

Quelles sont les configurations qui permettent de faire de la vraie Macro ?

Comment fonctionnent-elles ? et quelles sont leurs différences ?

Nous verrons les méthodes possibles pour augmenter le grandissement : l'allongement du tirage, l'ajout d'une bonnette ou l'utilisation d'un objectif monté à l'envers. Nous confronterons ces procédés en comparant leurs tests sur banc d'essai au format 24x36.

Que percevons nous du monde ?

Comment juger un univers sans nos repaires habituels ?

Pour conclure, nous allons pouvoir digresser sur la vision que nous propose la macrophotographie sur notre monde. Nous verrons que l'infiniment petit est infiniment proche de l'infiniment grand.

Le Petit et le Grand

Définition :

Avant de commencer tout développement, nous allons poser les éléments qui composent et définissent la macrophotographie.

Macro :

Du grec « makrós » signifiant « long » ou « mince ». Ce terme signifie désormais « grand ». Dans ce contexte, il s'oppose habituellement à micro, petit ou très petit. Il caractérise comme grande, longue, une partie d'un tout.

Photographie :

Provient de deux racines d'origine grecque,

Le préfixe photo « photos » signifiant « lumière, clarté » qui procède de la lumière, qui utilise la lumière.

Et le suffixe graphie « graphein » signifiant « peindre, dessiner, écrire » qui écrit, qui aboutit à une image.

Il s'agit donc d'une technique qui permet de créer des images par l'action de la lumière.

Littéralement « l'écriture de la lumière ». Dans le cinéma, le terme « photographie » définit le domaine de l'image (optique, lumière, mouvement de caméra).

Macrophotographie :

Plus anciennement appelée photomacrographie, il s'agit de l'ensemble des techniques photographiques permettant de créer une image dont la taille réelle est plus grande ou égale à son sujet (ce dernier généralement de petite taille). La taille réelle de l'image est celle de l'image projetée sur le film ou le capteur numérique et non celle d'un tirage ou d'un agrandissement ultérieur. Dans le cinéma on parle de macrocinématographie.

Il s'agit donc d'un rapport entre la taille de l'image et la taille de l'objet, c'est le grandissement.

Ce ratio définit le rapport entre l'objet photographié et l'image produite. Plus précisément, on parle de reproduction quand le grandissement image/objet $G=1/1$ et d'agrandissement lorsque l'image créée est plus grande que l'objet $G= 2/1 ; 3/1...$ Au dessous du rapport 1/1 (de 1/10 à 1/1) on parle simplement de proxiphotographie et au delà de $G= 10/1$ il s'agit de la photomicrographie, pour obtenir un tel grandissement un microscope composé est alors nécessaire, nous reviendrons sur ce cas spécifique plus tard.

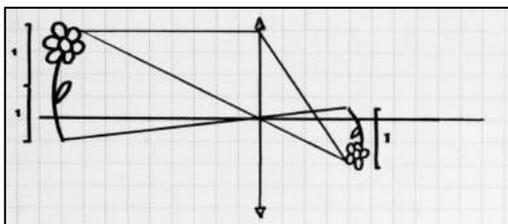
Aujourd'hui le terme de macrophotographie est beaucoup plus largement employé et ne se limite pas à ces définitions très strictes. En effet les appareils photos et objectifs du grand public qui possèdent un mode où une position dite « macro », sont généralement très loin du rapport 1/1, nous nous en apercevrons dans la partie essai pratique de ce mémoire. Cela est directement lié à l'apparition du numérique, en effet, compensée par la résolution toujours croissante, la taille des capteurs c'est vue progressivement diminuée pour offrir une meilleure ergonomie ainsi que des prix plus accessibles.

La miniaturisation des capteurs a de multiples conséquences, principalement : une perte de qualité optique (due à la proximité des photosites), un allongement de la profondeur de champ (réduction du cercle de confusion) et notamment la diminution du grandissement.

En effet il n'est pas possible pour un capteur APS-C de 22,3 mm de large d'obtenir l'image d'une pièce de 2€ de 25 mm de diamètre plein cadre en macro, tout simplement par ce que le capteur est trop petit.

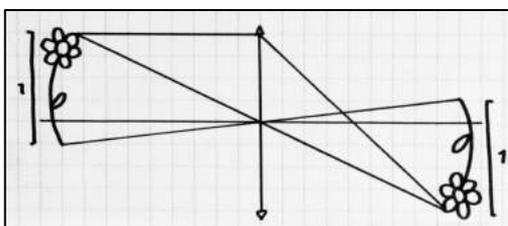
Dès lors, dans l'usage courant, le terme de macrophotographie comprend donc également le domaine de la proxiphotographie.

Eclaircissons les termes définis précédemment.



Proxiphotographie : L'objet est proche mais l'image produite est plus petite que l'objet.

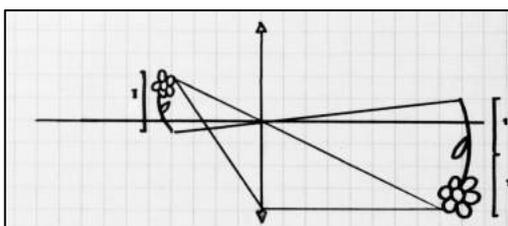
$$G = 1/2$$



Macrophotographie, reproduction :

L'image et l'objet sont égaux.

$$G = 1/1$$



Macrophotographie, agrandissement :

L'image produite est plus grande que l'objet.

$$G = 2/1$$

Le grandissement :

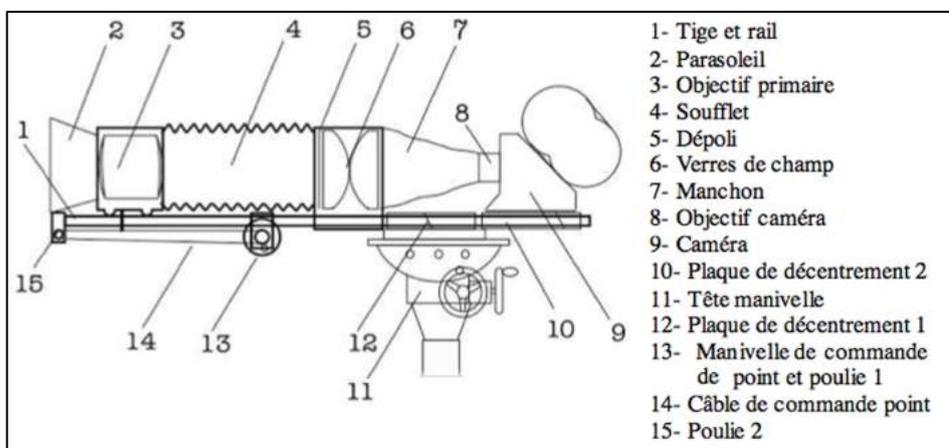
Le grandissement est une notion fondamentale d'optique géométrique, elle est au cœur de la création de l'image. Régissant le rapport entre le sujet (objet) et sa représentation (image), elle est un pont entre les échelles. On distingue donc d'une part de la lentille (généralement à gauche) l'univers réel des objets et d'autre part (généralement à droite) l'univers virtuel des images. Dans la macro, c'est ce rapport qui place le spectateur dans la dimension microscopique. Le grandissement est le lien entre l'infiniment grand et l'infiniment petit.

À l'opposé du constat précédent sur la miniaturisation des capteurs et la généralisation du terme de macrophotographie, il demeure une idée reçue :

On pense immédiatement aux sujets de petites tailles alors que sa définition originale est basée sur le grandissement. Rien n'empêche de créer une image très grande d'un sujet de taille moyenne. Si on construit un appareil photo « géant » dont le film mesurerait 1 mètre x 2 mètres, un plan poitrine serait de la macro. On retrouverait alors les particularités liées à la macro mais à une plus grande échelle, notamment la faible profondeur de champ.

C'est le sujet d'étude de Dimitri Burdzelian, étudiant à l'école Louis Lumière en 2006. Il y explique son invention « l'hyperphotographie, la macro à l'échelle humaine ». Faute de pouvoir avoir un capteur ou un film géant, il propose de filmer le dépoli d'une chambre photographique de sa conception qui possède les caractéristiques suivantes : une grande pupille d'entrée et une grande taille de l'image. Le but de l'invention étant de réduire la profondeur de champ.

Voici le schéma du dispositif :



Logique de l'échelle

On constate une certaine logique dans le rapport entre image et objet :

Si on veut faire de la macro, plus le capteur est petit, plus le sujet doit être petit.

Si le capteur est grand, la macro est donc plus rapidement atteinte.

Pour calculer le grandissement, différentes formules sont utilisables en fonction des valeurs connues. Prenons pour exemple les paramètres ci dessous.

G= grandissement

A'B'= image

AB= objet

T= tirage

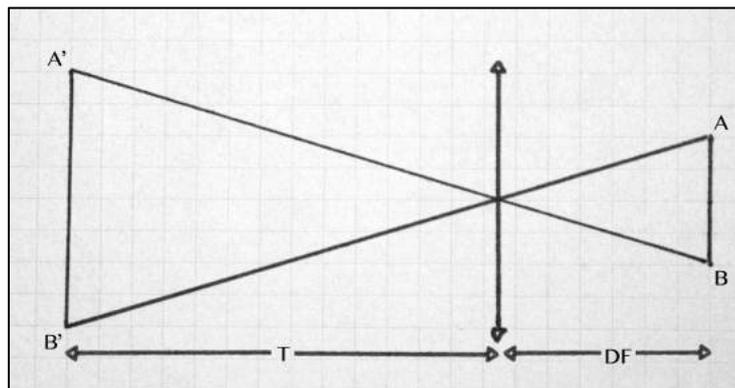
DF=distance frontale

A'B'= 36

AB=18

T=20

DF=10



Connaissant la taille du capteur, la méthode la plus simple et la plus intuitive est de mesurer l'objet (en faisant la mesure bord carte au plan de mise au point).

$$G = A'B'/AB = 36/18 = 2 \quad G=2/1$$

Il est parfois compliqué de mesurer l'objet, dans ce cas on peut utiliser le théorème de Thalès, il faut alors mesurer le tirage et la distance frontale.

$$G = A'B'/AB = T/DF = 20/10 = 2 \quad G= 2/1$$

L'image produite est deux fois plus grande que l'objet.

La Profondeur

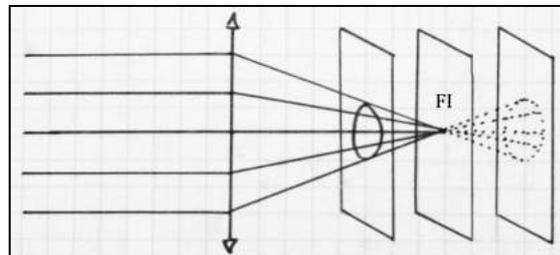
En macrophotographie on remarque généralement que la zone de netteté est très faible, même parfois extrêmement faible.

L'explication du phénomène

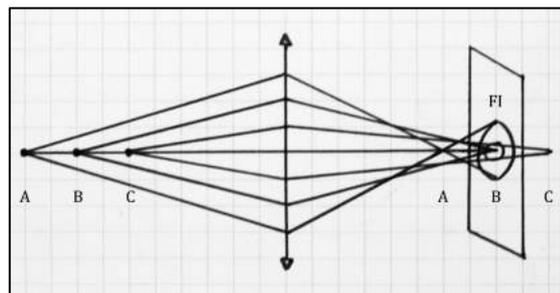
La notion de profondeur de champ est à la base même de la prise de vue, elle est également présente dans la vision humaine, par le mécanisme de l'accommodation. Elle implique la nécessité de faire une mise au point pour maîtriser la zone de netteté. Cette zone est comprise entre deux plans situés de part et d'autre du plan de mise au point. En photographie on parle de premier plan net (PPN) et dernier plan net (PDN).

Un appareil de prise de vue est constitué de deux composants essentiels : un objectif et une surface sensible. Pour comprendre, penchons nous sur le principe de la formation de l'image par une lentille mince convergente sur une surface plane.

Une lentille convergente a pour propriété essentielle de former l'image d'un objet situé à l'infini au plan focal image (FI). Pour matérialiser cette image, on peut placer à ce niveau un écran. En avançant ou reculant cet écran, l'image de chaque point de l'objet devient un petit cercle rendant cette image floue.



A l'inverse, pour une position donnée de l'écran, seul un plan de l'espace objet est théoriquement net. Les rayons provenant d'un point situé à une distance plus petite convergent derrière l'écran (C), ceux situés à une distance plus grande convergent devant l'écran (A). Ils forment donc une image floue sur le plan FI.



Le plan de mise au point devrait donc théoriquement être sans épaisseur. Or on constate qu'une certaine zone de netteté s'étend en avant et en arrière de ce plan. C'est la conséquence de la profondeur de foyer, dépendante de l'acuité visuelle et du pouvoir séparateur propre à chacun, elle est notre « tolérance » dans la perception du flou.

L'image d'un point objet projeté en un point image, est en fait une tache, elle est définie par son diamètre qu'on appelle le cercle de confusion.

Voici les valeurs des cercles de confusion pour différents formats cinéma et photo:

Formats	Cercle de confusion
24x36	0,030mm
35mm	0,025mm
APS-C	0,018mm
16mm	0,015mm

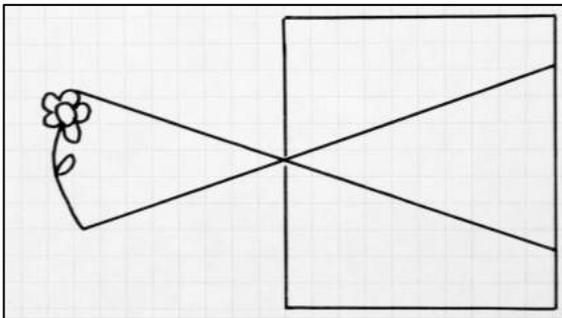
Ces valeurs ne sont que des données de départ approximative, elles sont basées sur une moyenne et diffèrent selon la vue du spectateur. Dans la pratique la perception du flou dépend également de nombreux paramètres comme le contraste, la forme, les couleurs, etc...

L'exemple du sténopé

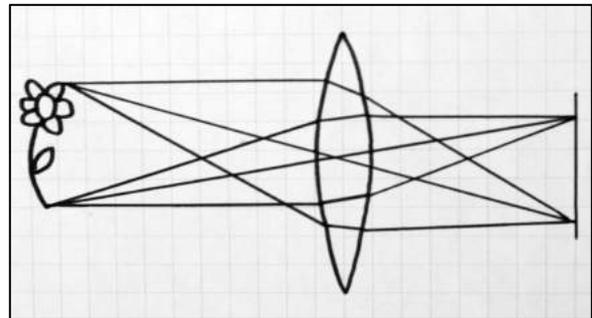
Pour comprendre la raison de la profondeur de champ de manière plus intuitive, prenons l'exemple du sténopé. Il s'agit de l'appareil le plus rudimentaire de prise de vue, simplement constitué d'une boîte opaque percée et d'un petit trou sur l'une des faces. Le fonctionnement est simple, la lumière se déplaçant en ligne droite, un cône de lumière se crée à l'entrée du trou et projette l'image inversée sur la face opposée. Bien sur, pour obtenir la quantité de lumière nécessaire à fixer une image sur une surface sensible, un long temps de pause s'impose et il est alors difficile de créer une image en mouvement.

En comparaison avec l'utilisation d'une lentille convergente, le sténopé par sa pupille d'entrée réduite au minimum crée chaque point image par un unique rayon et donc un seul « point de vue ». Il a alors pour particularité une profondeur de champ « infinie ». L'image d'un point objet créé par une lentille est en fait le fruit d'une multitude de « points de vue », qui correspondent à la surface de cette lentille.

Sténopé



Lentille convergente



La profondeur de champ est donc la conséquence de l'utilisation d'une lentille (ou formule optique convergente d'un objectif).

On remarque alors que plus le plan de mise au point est proche et plus l'angle qui qualifie la différence des points de vues entre les extrémités de la lentille est grand, ainsi la profondeur de foyer diminue en s'approchant du sujet.

En macrophotographie même avec des diaphragmes très fermés, la profondeur de champ reste de l'ordre du millimètre. Ce qui a tendance à enfermer l'image du monde microscopique dans une dimension douce et onirique. Nous verrons cependant qu'il existe certaines configurations qui peuvent palier à ce problème.

Relations entre paramètres

La profondeur de champ évolue donc selon trois paramètres :

- Le grandissement, qui dépend de la distance de mise au point et de la focale utilisée.
- La taille de la pupille d'entrée, qui est régit par l'ouverture du diaphragme.
- Le cercle de confusion, qui dépend du format utilisé.

Quand on ferme le diaphragme, exemple : de 5,6 à 22, la PDC augmente.

Quand on augmente le format, exemple : de 16 à 35mm la PDC diminue.

Quand on augmente le grandissement, exemple : de 1/1 à 2/1 la PDC diminue.

Le grandissement commence à agir réellement sur la profondeur de champ qu'à partir des très courtes distances de point. Pour cette raison les formules classiques permettant le calcul de la zone de netteté ne prennent pas en compte le grandissement.

Voici une formule qui permet de calculer la profondeur de champ en tenant compte de g , le grandissement :

$$2Ne(1+G)/G^2$$

Avec

N : nombre d'ouverture (sans unité)

e diamètre du cercle de confusion (mm)

g : grandissement (sans unité)

Reprenons pour exemple, les valeurs du calcul du grandissement vu précédemment :

Format 24x36 Cercle de confusion $e = 0,03$ mm

Grandissement $G=2$ Diaphragme $N=22$

$$2Ne(1+G)/G^2 = 2 \times 22 \times 0,03 \times (1+2) / 2^2 = 0,99 \text{ soit } 1 \text{ mm}$$

On constate que par l'utilisation d'un grand format, même avec un diaphragme très fermé la profondeur de champ est minuscule.

Bref historique

Les débuts de la photo rapprochée

La photographie apparaît en 1826 quand Nicéphore Niépce réussit avec sa chambre photographique à fixer une image sur une plaque d'étain grâce à une solution photosensible de chlorure d'argent et de bitume de Judée. Il s'agit de la vue sur une cour depuis une fenêtre et la pose nécessaire pour l'exposition fut de plusieurs jours. L'image est positive, noir et blanche et mesure 14x20cm.

Plus tard, en 1839 Louis Daguerre présente son invention : le Daguerriotype dont le format est 16x21cm, plus fiable et surtout plus sensible, le temps d'exposition est réduit à quelques dizaines de minutes et la photographie devient alors plus accessible au public et est largement pratiquée. D'autres procédés apparaissent ensuite comme le Calotype en 1841.

Les sujets sont principalement des portraits ou des paysages, qui conservent une certaine distance de mise au point. En effet la sensibilité reste très faible et l'allongement du tirage pour rapprocher le plan de mise au point demande une pause encore plus longue. Cependant quelques photographes réalisent des natures mortes, principalement en studio, le format des épreuves étant relativement grand, certaines images sont parfois de l'ordre de la macrophotographie sans pour autant créer un réel changement d'échelle.

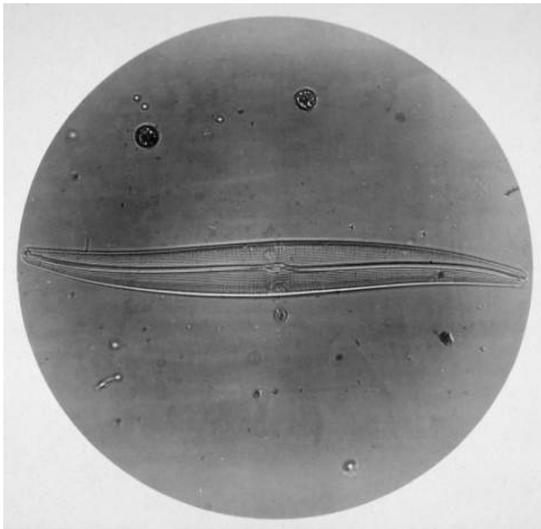


Ci-contre un Calotype de Henri Le Secq photographié en 1842.

Le format de l'épreuve étant de 35x26 cm le grandissement est proche de la reproduction. On remarque la faible profondeur de champ caractéristique d'une courte distance de point.

La photomicrographie

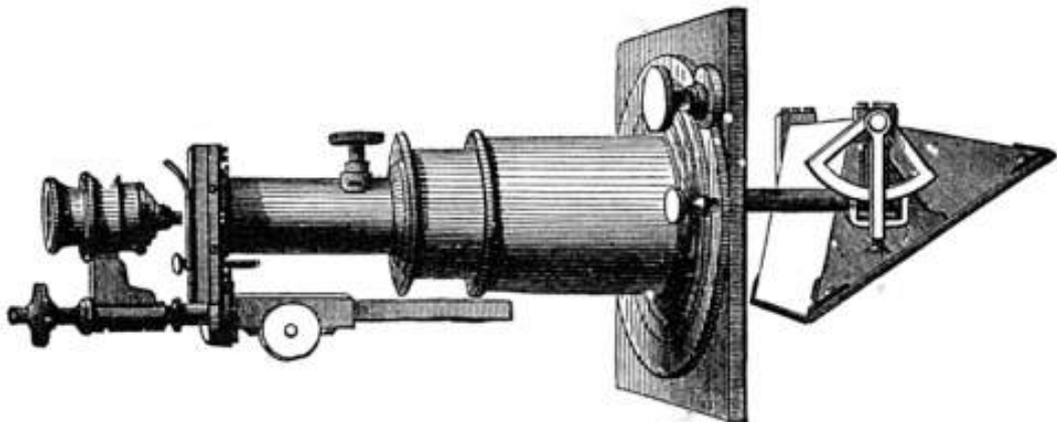
La photomicrographie, photographie prise au microscope, est pratiquée dès les débuts de la photographie en 1830, notamment par Talbot et Daguerre. Mais elle se développe réellement à partir de 1850 grâce à l'invention de la solution chimique du collodion humide qui facilite le procédé par un temps de pause de quelques secondes. Cependant la communauté scientifique ne s'y intéresse qu'à partir de 1880 notamment grâce à Auguste Nicolas Bertsch. Il se consacra pleinement à cette discipline de 1835 à 1890 et joua un rôle déterminant dans le « combat » entre scientifiques et artistes.



Ci-contre : un Pleurosigma diatomée (algue microscopique) Photographié en 1853 par A. N. Bertsch.

En 1899 le terme de Macrophotographie n'existait pas encore et fut utilisé par WH Walmsley, fabricant d'optique et également adepte de photographie au fort grandissement pour la différencier de la photomicrographie.

Ci dessous : l'appareil de photomicrographie d'Auguste Bertsch 1857



Sujets macro et références

Le cinéma scientifique:

Dans le cinéma il existe des films de fictions qui utilisent la macrophotographie pour relater la vie du monde microscopique, il s'agit de la macrocinématographie.

C'est le cas de « *La citadelle assiégée* » de Philippe Calderon tournée en 2006.

Ce film est une fiction à part entière, des décors ont été construits, comme par exemple la grande termitière, ce qui permet de filmer le nid de l'intérieur et les « acteurs » ont réellement été « dirigés » notamment pour recréer la véritable guerre entre termites et fourmis. La grande majorité des prises de vues sont en macro et ont été réalisées avec un dispositif optique un peu particulier : le borescope, que nous étudierons dans la partie pratique et procédés. Cet outil a permis de créer une réelle immersion dans le monde des insectes et le changement d'échelle est remarquable. Cependant le point de vue choisi est plutôt extérieur, notamment par l'utilisation d'une narration en voix off, qui par conséquent, malgré les moyens techniques (et surtout optiques) déployés, les personnages restent des êtres très différents de nous et le film semble finalement être une arène où les méchantes fourmis attaquent les gentilles termites.

Dans le film « *Microcosmos* » de Claude Nuridsany et Marie Pérennou réalisé en 1997 le point de vue choisi est très différent. En effet le film est défini par ses auteurs comme un « conte naturel ». Premièrement, l'absence de commentaire a pour effet de nous propulser au même niveau que les insectes et on est amenés à comprendre leur langage. En opposition avec « *La citadelle assiégée* » où la caméra est très « démonstrative », des moyens faramineux ont été mis en place en machinerie pour nous faire oublier la caméra. Claude Nuridsany et Marie Pérennou, biologiste de formation, ont su créer un univers cinématographique unique en rapport avec la nature :

« Lorsqu'est né en nous le désir de faire des films avec les animaux, loin d'une démarche documentariste ou naturaliste, il s'agissait de trouver une écriture et des moyens techniques pour élaborer un récit qui plongerait le spectateur au cœur d'un autre monde, faisant de lui un insecte parmi les insectes. Mettre en scène l'espace et la lumière, transformer l'univers miniature des insectes en paysages, faire sentir leur quotidien tout en respectant leur mystère, c'est ce que nous avons appelé "conte naturel". Ni documentaire, ni fiction mais évocation d'une autre réalité, qui nous invite plus à "rêver" le monde des animaux qu'à le concevoir rationnellement. Cela nous a amené à développer des outils bien spécifiques ainsi qu'une manière de travailler étonnamment proche de la fiction bien que nos "personnages" soient des animaux sauvages, par nature incontrôlables... »

C) L'animation en volume :

Dans le cinéma d'animation traditionnelle, la proxiphotographie et parfois la macrophotographie sont utilisées pour, image par image, faire entrer en mouvement des marionnettes, des personnages en pâte à modeler, ou faire évoluer des décors. Cette technique, aussi appelée « stop motion » est apparue dès les années 1900 avec des films comme « Matches Appeals » de l'anglais Arthur Melbourne-Cooper.

De manière générale les personnages sont souvent de petite taille et la proxiphoto impose alors à l'image une faible profondeur de champ. Ce phénomène est souvent considéré comme un problème, gênant la compréhension de l'espace.

Dans l'animation en volume récente, par exemple dans « Wallace et Gromite et la malédiction du lapin-garou » de 2005, Nick Park, le réalisateur, utilise de longs temps de pose pour permettre un diaphragme très fermé et ainsi augmenter la profondeur de champ. L'idée étant de « filmer » les personnages miniatures de la même manière et avec les mêmes paramètres que des humains. Ce qui a pour conséquence de nous faire oublier que l'on évolue dans un monde miniature.

A l'opposé de cette démarche, certains réalisateurs notamment Sethen et Timothy Quay ont préféré utiliser les particularités de la proxiphotographie et de la macrophotographie comme véritable outil de mise en scène. Leurs courts métrages réalisés entre 1980 et 2000 s'appuient sur les codes du surréalisme et mettent en valeur les matériaux qui composent leurs personnages par des plans très rapprochés sur la matière. L'univers dans le quel nous plonge ces films est très plastique, et par des jeux de bascule de point la notion de changement d'échelle est très présente.

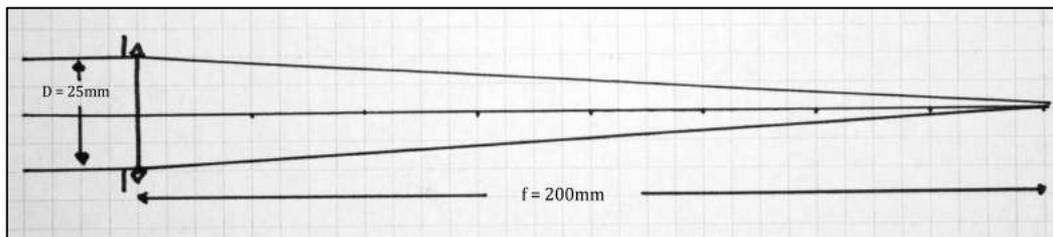
Pratique et procédés

La théorie

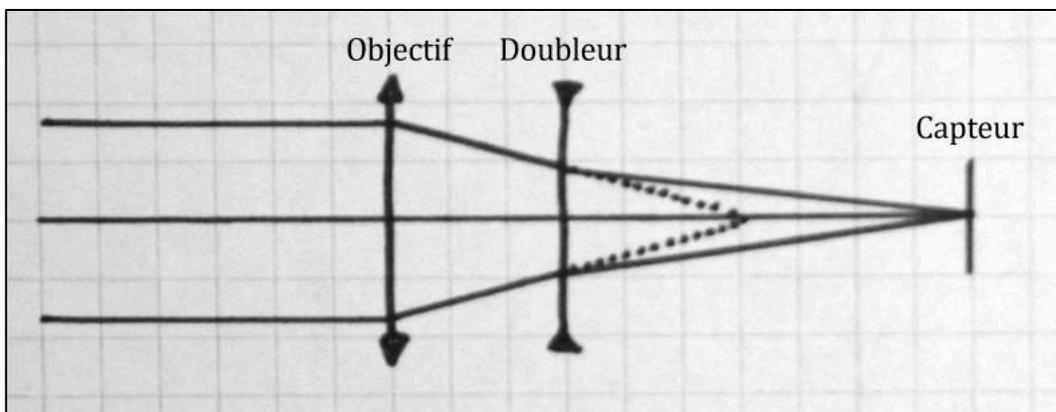
Pour augmenter le grandissement, il existe deux solutions : Augmenter la focale ou se rapprocher du sujet.

Utiliser une longue focale permet d'obtenir un cadrage plus serré en conservant une distance de mise au point relativement grande, ce qui peut être un atout si le sujet et un papillon peureux. Mais la quantité de lumière est alors limitée par ce qu'on appelle l'ouverture relative de l'objectif. Le nombre (N) qui qualifie cette ouverture est le rapport entre la longueur focale (f) et le diamètre de la pupille d'entrée (D) $N=f/D$.

Un objectif de 200mm avec un diamètre de 25mm a une ouverture relative de $N=8$.



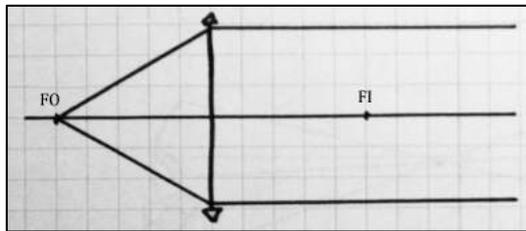
Pour augmenter la focale, il existe des multiplicateurs, c'est une formule optique dont la majorité des lentilles sont divergentes et qui se place entre l'objectif et le boîtier. L'intérêt est que la distance de mise au point reste inchangée, un objectif de 50mm équipé d'un doubleur x2 devient un 100mm tout en conservant la mise au point minimum à 45cm. Une fois encore, la quantité de lumière est affectée mais aussi la qualité optique due à l'ajout de lentilles supplémentaires.



Se rapprocher du sujet est la procédure la plus intuitive et la plus courante pour augmenter le grandissement, cependant cela implique plusieurs choses :

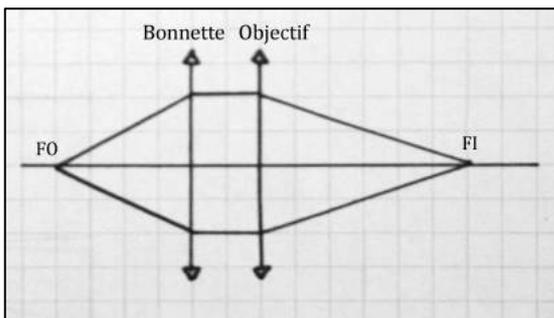
Nous avons vu dans l'explication de la profondeur de champ que plus le sujet est proche et plus les rayons provenant d'un même point sont divergents.

Avec un objectif standard, lorsque le sujet dépasse le foyer objet (FO) les rayons provenant de cet objet ne peuvent plus converger sur le plan film et la formule optique se comporte alors comme une loupe.



Pour former une image dans cette situation il y a deux possibilités :

Utiliser une bonnette



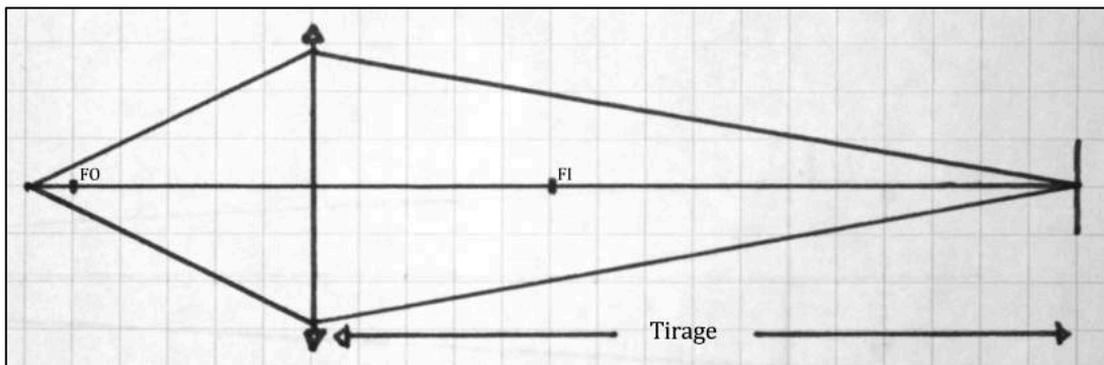
Une bonnette est une lentille convergente supplémentaire que l'on place en avant de l'objectif. Cela permet de faire converger les rayons provenant des objets très proches avant qu'ils ne pénètrent dans l'objectif.

La puissance des bonnettes est qualifiée en dioptrie (D) et la dioptrie est l'inverse de la focale (f), autrement dit $f=1/D$. Plus la focale est courte, plus la puissance en dioptrie est forte. Les dioptries peuvent s'additionner, en effet une bonnette 1D plus une bonnette 2D donnera l'équivalent d'une 3D. On note cependant l'apparition d'aberrations en multipliant les changements de milieu air/verre dans le trajet de la lumière.

Un objectif, réglé sur l'infini fait converger les rayons parallèles à la distance focale (FI vue précédemment). En le montant à l'envers devant un autre objectif lui aussi réglé sur l'infini cela peut donc faire office de bonnette. La distance de mise au point est donc égale à la distance focale. Ainsi on réduit les problèmes d'aberrations. Dans cette disposition le grandissement est alors égal à la focale de l'objectif primaire divisé par la focale de l'objectif utilisé comme bonnette. Par exemple un 28mm monté en inversé face à un 200mm donnera un grandissement de x7 (ou 7/1). Si deux focales équivalentes sont placées face à face on obtient le rapport de reproduction (1/1).

Augmenter le tirage

Le tirage est la distance qui sépare le centre optique du plan film. Augmenter cette distance permet de laisser naturellement converger les rayons provenant des objets très proches. L'utilisation de bagues allonge ou d'un soufflet permet de métriser cette distance, cependant on note une perte de lumière. On appelle double tirage un dispositif dont le tirage est le double de la distance focale de l'objectif, on obtient dans ce cas le rapport de reproduction 1/1.



Les dispositifs que nous venons de voir sont myopes, ils sont trop convergents pour créer une image nette de l'infini.

Les objectifs macro, par une démultiplication hélicoïdale de la bague de mise au point, permettent d'allonger de tirage de l'infini jusqu'au rapport 1/1 ou plus. Cette opération a également pour conséquence de diminuer la focale, il s'agit donc de zooms. Conçus spécialement pour la macro, ils minimisent la perte de lumière dans l'allongement du tirage et les lentilles ont de nombreux traitements contre les aberrations qui apparaissent aux courtes distances de point. Leur utilisation est bien plus simple que les dispositifs d'objectifs assemblés et leurs applications professionnelles sont très diverses, elles peuvent être utilisées en fiction, comme en clip, en documentaire ou en film expérimental.



A gauche le Tamron 90mm Macro en position infini et en position 1/1. On note l'allongement du tirage. A droite le Arri 200mm Macro en position 1/1.



Objectifs spéciaux

La macrophotographie demandant une forte proximité, il existe des procédés optiques un peu spéciaux, qui permettent des configurations « extrêmes ». Il s'agit des objectifs Borescope, inspirés des endoscopes de médecine, ces optiques ont la particularité d'être très longues (notamment à cause du tirage) et d'avoir une petite pupille d'entrée. Ce dernier point offre, pour les très courtes distances de mise au point, une profondeur de champ plus confortable. Mais pour les mêmes raisons, ce genre de dispositif est très peu lumineux. De tels matériels sont utilisés en fiction, en documentaire animalier et en pub.



Ici, utilisation d'un Borescope sur « La citadelle assiégée » de Philippe Calderon tourné en 2006.

Chef op : Piotr Stadnicki Cadreur : Nedjma Berder

La lentille frontale étant très éloignée du plan film, un simple panoramique donne un effet de vue aérienne.

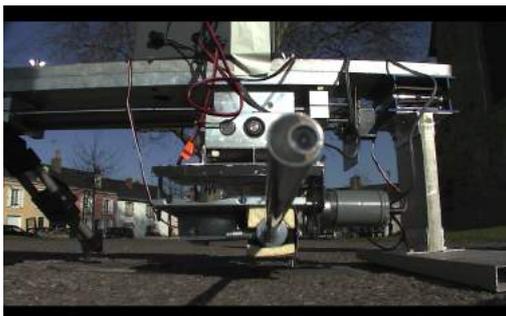
Le Borescope peut aussi être utilisé en périscope pour s'approcher au plus près du sujet. Ci-dessous utilisation du T-REX multidirectionnel sur une publicité Barilla Tagliatelle de Vittorio Sacco.



Les endoscopes de médecine peuvent également être utilisés pour produire ce genre d'image. Cependant, le cercle-image ne couvre pas un capteur plein format.

Ci-dessous : utilisation d'un endoscope monté sur une caméra petit format pour un documentaire Arte.

On remarque la profondeur de champ « infini » provoquée par très petite taille de la lentille.



La pratique

Il est intéressant maintenant que nous nous sommes familiarisés avec la théorie, de voir de manière pratique et concrète, quel rendu peut être obtenu avec les différents procédés vus précédemment. Je vous propose donc de comparer les tests que j'ai réalisés.

J'ai choisi de travailler avec un Canon 5D mark II pour la taille de son capteur qui est de 24x36mm. Pour faire de la véritable macro il est préférable d'utiliser un grand capteur, puisqu'on veut créer une grande image d'un sujet petit.

Nous allons nous appuyer sur les données suivantes pour comparer l'utilisation qui peut être faite de ces procédés :

- La distance frontale (mesure de l'écart entre la lentille frontale et le sujet)

Cette information est importante car elle détermine la distance réelle qui sépare le sujet de l'appareil, indépendamment de la taille du dispositif optique.

- La distance de mise au point (mesure de l'écart entre le plan film et le sujet)

Notion également importante puisqu'elle est directement liée au grandissement.

- Le diaphragme

Il restera le plus fermé possible pour garder une certaine zone de netteté.

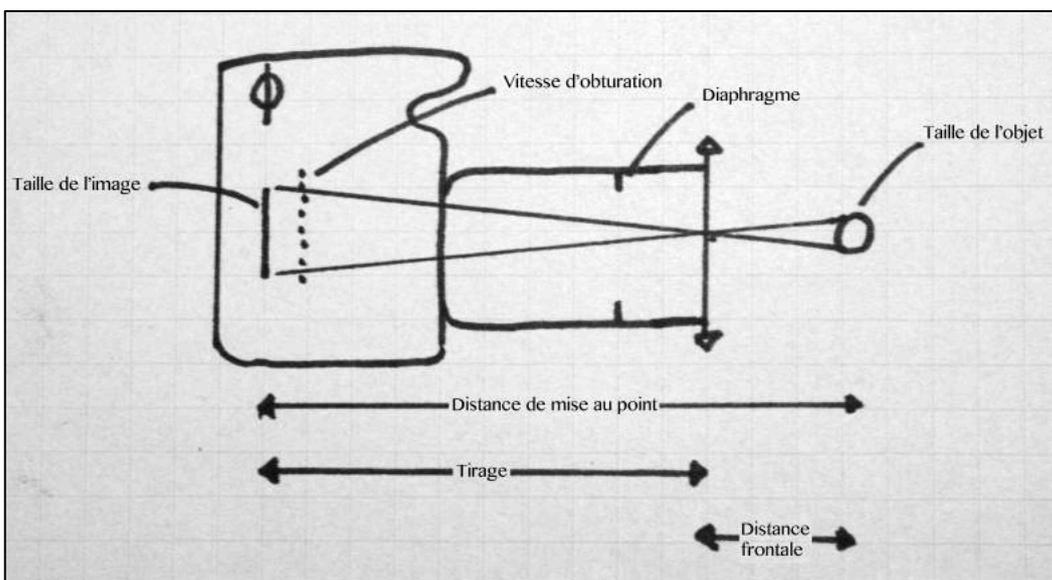
- La vitesse d'obturation

Pour rester dans la démarche cinématographique d'une diffusion de 25 images par seconde, la vitesse d'obturation ne descendra pas en dessous de 1/50s.

- La taille de l'objet (mesurée grâce au cliché d'un réglet)

- La taille de l'image (capteur 24x36mm)

Ces deux dernières valeurs serviront à calculer le grandissement.



Objectif 50mm Canon 1.4



L'objectif est monté normalement et la mise au point est réglée à la distance la plus courte sur la position notée « macro » par un pictogramme.



Distance frontale	35cm
Distance de point	45cm
Diaphragme	22
Shuter	1/50s
Taille de l'objet	246mm
Taille de l'image	36mm
Grandissement	$36/246 = 0,1 /1$

Le diaphragme est fermé à 22 pour offrir une profondeur de champ optimale. Malgré la position macro donnée par le constructeur, on remarque que le grandissement reste très faible. Ici nous sommes loin de la « vraie » macro puisque $G = 0,1 /1$.

Image brute non recadrée



Mesure bord cadre au plan de mise au point (taille de l'objet)



Objectif 50mm Canon 1.4 inversé



L'objectif est monté à l'envers grâce à un système de bagues que j'ai confectionné spécialement. L'optique est maintenue par des vis qui le solidarisent aux rails 15mm.

Distance frontale	9cm
Distance de point	19cm
Diaphragme	22
Shuter	1/50s
Taille de l'objet	40mm
Taille de l'image	36mm
Grandissement	$36/40 = 0,9 /1$



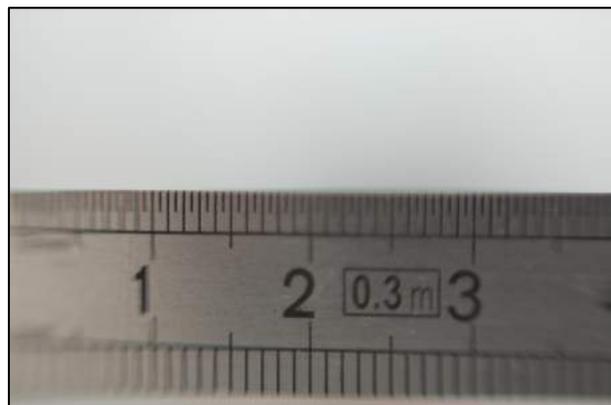
Sur ces optiques numériques qui ne possèdent pas de bagues de diaph, si on veut conserver la fermeture du diaphragme sans qu'il soit connecté au boîtier, il faut démonter l'objectif en apurant sur le bouton test du diaphragme.

Ici, simplement en retournant l'objectif on réduit la distance de mise au point de 26 cm et on augmente énormément le grandissement. Cependant nous ne sommes pas encore dans de la vraie macro puisque l'image est encore plus petite que l'objet. $G = 0,9/1$

Image brute non recadrée



Mesure bord cadre au plan de mise au point



Objectif 50mm et double tirage



L'objectif est monté à l'endroit et le tirage est augmenté grâce à un jeu de bagues allonge de 5cm. Le tirage interne à l'objectif réglé sur l'infini étant de 5cm également (50mm) il s'agit bien d'une configuration double tirage.

Distance frontale	5cm
Distance de point	20cm
Diaphragme	8,5
Shuter	1/50s
Taille de l'objet	36mm
Taille de l'image	36mm
Grandissement	$36/36 = 1/1$

On remarque que l'allongement du tirage nous fait perdre un diaph et demi.

Par ce procédé on obtient enfin le rapport de reproduction 1/1 (dont nous étions déjà très proches dans le cas précédent). Il s'agit donc là d'une véritable macrophotographie.

Image brute non recadrée



Mesure bord cadre au plan de mise au point



Objectif 100mm Canon et 35mm Nikkor inversé



L'objectif 100mm est monté à l'endroit, mise au point sur l'infini et face à lui est placé le 35mm à l'envers, lui aussi réglé sur l'infini.

Distance frontale	3,5cm
Distance de point	23,5cm
Diaphragme	5,6
Shuter	1/125s
Taille de l'objet	13mm
Taille de l'image	36mm
Grandissement	$36/13 = 2,8/1$

On remarque que la distance frontale est égale à la focale de l'objectif utilisé comme bonnette (puisqu'il est à l'envers).

Le grandissement est relativement élevé, l'objet est presque grossi x 3.

On retrouve ce rapport en divisant les focales : $100/35 = 2,8$.

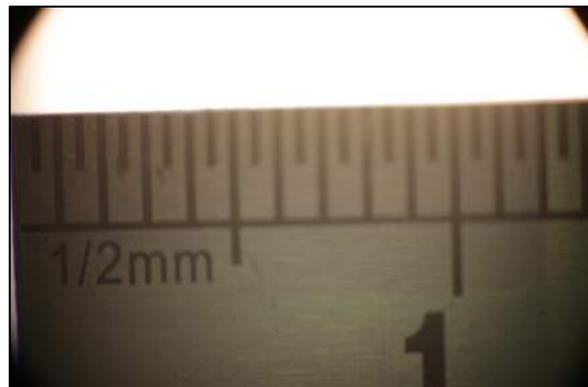
Cependant, un problème de vignetage apparaît à partir du diaphragme 5,6 ce qui nous contraint à travailler avec une plus faible profondeur de champ.

Ce problème pourrait être contourné en utilisant un format plus petit comme le APS-C de 22,3x14,9 mm.

Image brute non recadrée



Mesure bord cadre au plan de mise au point



Objectif 70-200 mm Canon et 28 mm Canon inversé



L'objectif 70-200 est monté à l'endroit sur la position 200 mm, mise au point sur l'infini. Et le 28 mm est monté à l'envers, mise au point sur l'infini également.

Distance frontale	3cm
Distance de point	33cm
Diaphragme	5,6
Shuter	1/125s
Taille de l'objet	5mm
Taille de l'image	36mm
Grandissement	$36/5 = 7/1$

Ici encore, un problème de vignettage apparaît en dessous du diaph 5,6. Par l'utilisation du format APS-C « le crop » (recadrage) pourrait pallier au problème.

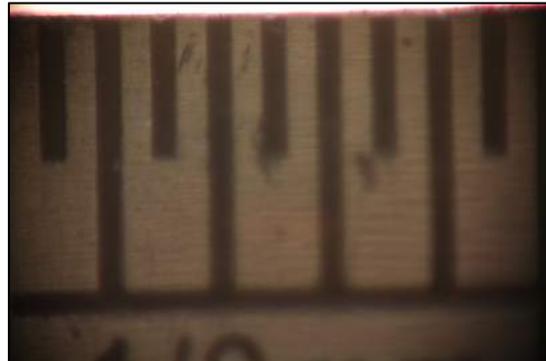
Le grandissement obtenu est énorme, l'objet est grossi x 7 et des détails invisibles même à l'aide d'une loupe sont alors observables.

A un tel grandissement, la vitesse d'obturation pourtant augmentée à 1/125s est un peu lente pour ce sujet très mobile. Alliée à la courte profondeur de champ imposée par le diaph 5,6, l'image est un peu floue.

Image brute non recadrée



Mesure bord cadre au plan de mise au point



Conclusion

Remarques techniques

La réalisation de ces essais a permis de mettre en relation théorie et pratique.

Nous avons pu vérifier que les positions dites « macro » sur les objectifs standards ne permettent pas d'obtenir un grandissement de l'ordre de la macro. Et que effectivement, en allongeant le tirage au double de la distance focale, on obtient le rapport 1/1.

L'utilisation d'objectifs inversés comme bonnettes est périlleuse et on rencontre vite un problème de vignettage. Travailler à un fort grandissement est un travail minutieux et le moindre mouvement fait tout vibrer, l'utilisation d'un déclencheur à distance fut une véritable aide. La faible profondeur de champ est une difficulté difficile à maîtriser et rend le travail encore plus complexe.

Mais outre ces constatations techniques, passer de la théorie à la pratique permet surtout de se confronter aux problèmes physiques, puisqu'on se retrouve face à un sujet vivant.

La recherche spéculative, par sa nature immatérielle, ne peut pas appréhender à elle seule la confrontation avec l'univers du vivant. On ne peut pas tout théoriser et il faut savoir accepter et utiliser les surprises qui surgissent dans le passage à l'acte.

Le rapport de grandissement est une véritable porte entre les dimensions et nous permet de nous projeter à une autre échelle. L'image grossie d'un insecte permet d'en apprendre plus sur lui mais également sur nous, car en utilisant ce point de vue microscopique, on abandonne toute référence habituelle.

Myopie et allégorie de la proximité

L'image macrophotographique, caractérisée par une petite profondeur de champ, est souvent associée au domaine du rêve, et le micro monde nous apparaît alors comme un univers doux et merveilleux. En effet, l'image d'un insecte perché sur une herbe au milieu d'immenses masses floues évoque plutôt des sentiments agréables et souvent liés à un souvenir d'enfance. Nous avons tous été petits, et en grandissant nous avons laissé derrière nous cet univers d'émerveillement. La vision que nous propose la macro nous permet de redécouvrir le monde avec nos yeux d'enfant. À mon avis, c'est cette approche qui rend cette dimension si fascinante, car elle remet en question notre point de vue sur le monde.

Quand on s'intéresse à l'infiniment petit, on découvre que la matière est en fait essentiellement composée de « vide ». En effet, les électrons et leurs noyaux ne représentent que très peu de volume par rapport aux atomes qu'ils constituent. Et de manière naturelle, on retrouve cette proportion à l'échelle de l'univers, notre galaxie pourrait être l'électron d'un atome. Il m'arrive souvent de rêver d'une idée dont fait part Bernard Veber dans son roman « *Les fourmis* » : De la même manière que la dimension microscopique compose nos vies et nos corps, notre matière et nos esprits composent sans doute une unité gigantesque, tellement énorme qu'elle se confondrait avec le microscopique.

Pour en revenir à la macro, nous avons vu que des contraintes techniques rendent la plupart des dispositifs myopes, il s'agit donc d'un monde de proximité, presque à huit clos. Mais nous sommes également à notre échelle dans cette notion de « monde bulle », car notre perception de l'univers reste limitée par nos sens. En somme, nous n'avons pas conscience de ce que peut constituer la matière de tout l'univers de la même manière qu'une bactérie n'a pas conscience du milieu dans le quel elle évolue.

Dans la macrophotographie,
l'infini n'est plus à l'horizon mais dans le vide qui compose la matière.

Bibliographie

- *LIFE la photographie, Les techniques photographiques* 1972
- *Grand Memento encyclopédique Larousse* 1932
- *Les Fourmis*, roman de Bernard Veber 1991

Cybergraphie

- http://en.wikipedia.org/wiki/Macro_photography
- <http://www.naturepixel.com/technique.htm>
- <http://etudesphotographiques.revues.org/272>

Cours, articles et conférences

- *Photographie et audio visuel, Optique géométrique*, Bernard Moneret 2013
- *La macrophotographie (complément technique)*, Didier Cadilhac 2009
- *Microcosmos, filmer l'invisible*, Conférence de Claude Nuridsany et Marie Pérennou

Mémoire

- *La macro à l'échelle Humaine*, mémoire de recherche par Dimitri Burdzelian 2006

Filmographie

- *Microcosmos*, Claude Nuridsany et Marie Pérennou 1996
- *La citadelle assiégée*, Philippe Calderon 2006
- *Wallace et Gromit*, Nick Park 2005
- *La rue des crocodiles*, Sethen et Timothy Quay 1986