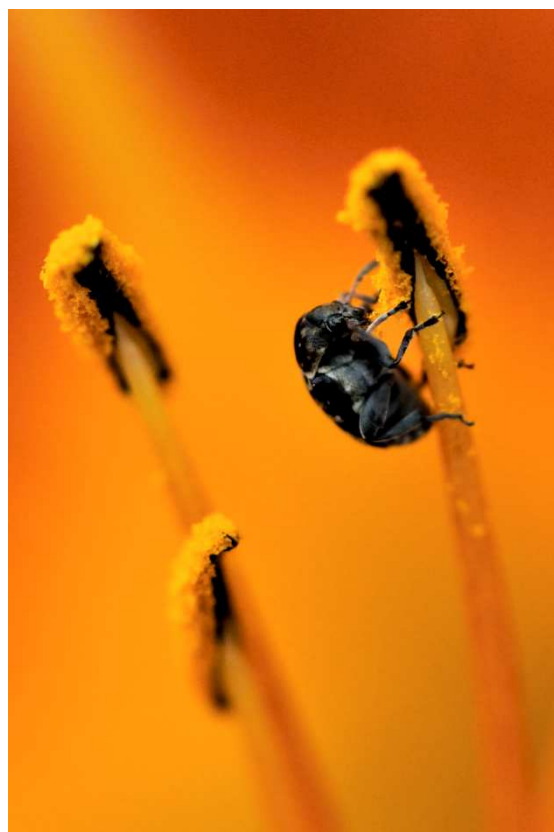




Club Ciné Photo Son d'Antony
Centre André Malraux
1 avenue Léon Harmel
92160 ANTONY
Site : <http://ccpsa.free.fr>

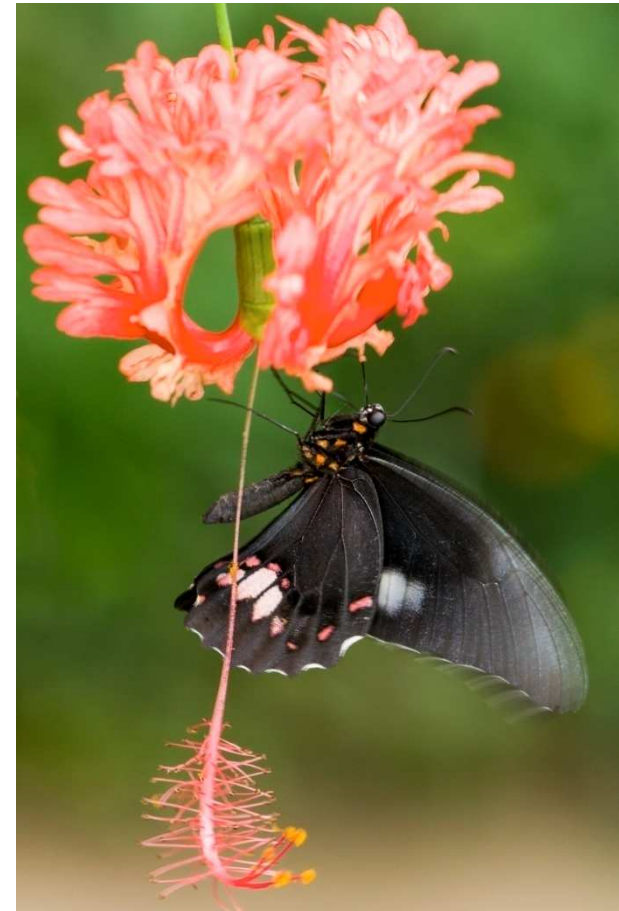
La Macrophotographie pratique

Joël Bernier - Pierre Marion
Octobre 2017



Sommaire

- **De quoi s'agit-il ?**
- **Les moyens techniques - Avantages & Inconvénients**
 - Les bonnettes
 - Les objectifs « macro »
 - Les bagues allonges et soufflets
 - Techniques particulières
- **Difficultés et Solutions possibles**
- **Références**



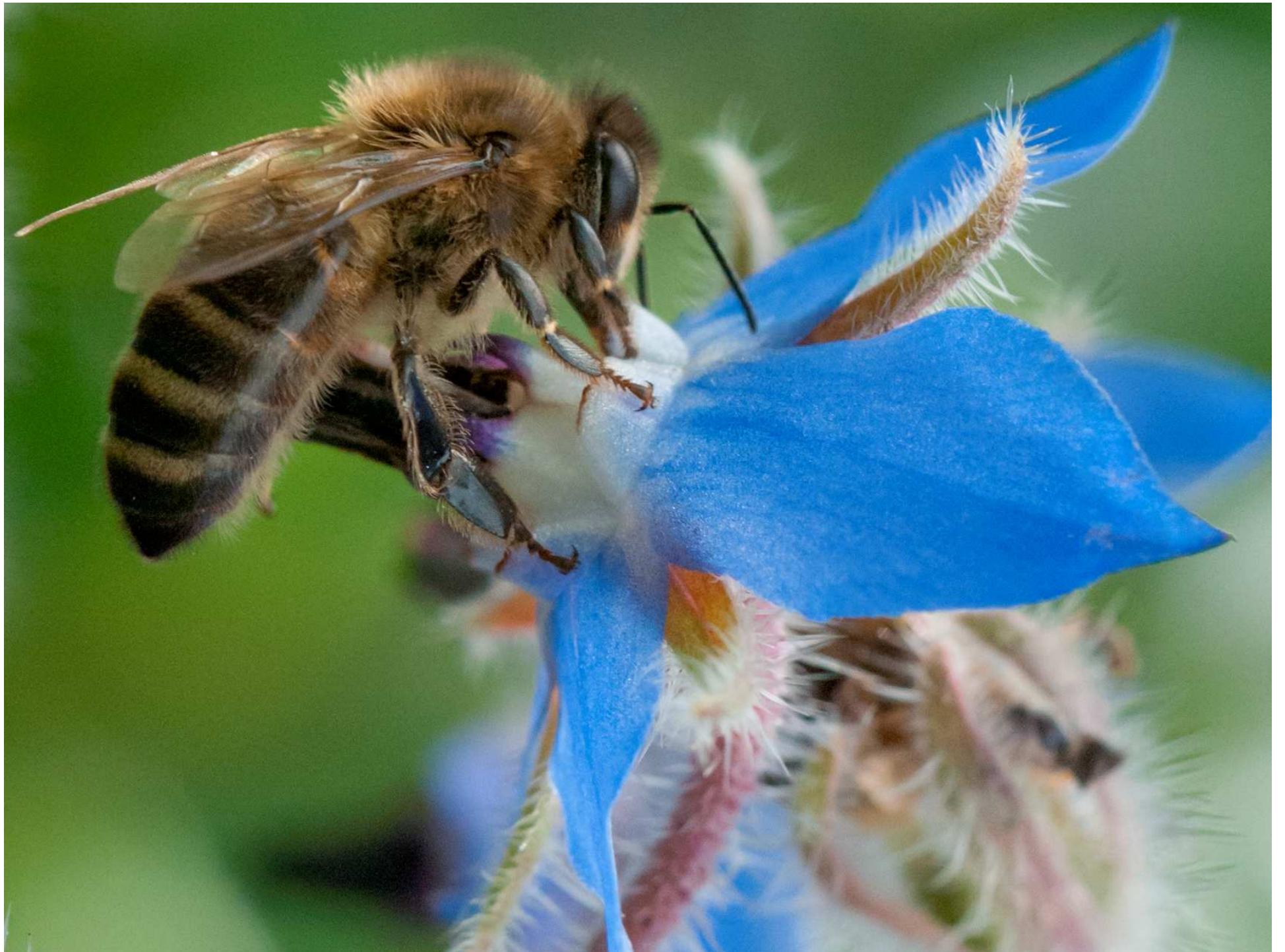
De quoi s'agit-il ?

- La “macrophotographie” consiste à photographier des “scènes” proches avec un rapport de grandissement élevé [0.1x-40x]

$$G = \frac{\text{Taille de l'image sur la capteur}}{\text{Taille du sujet photographié}}$$

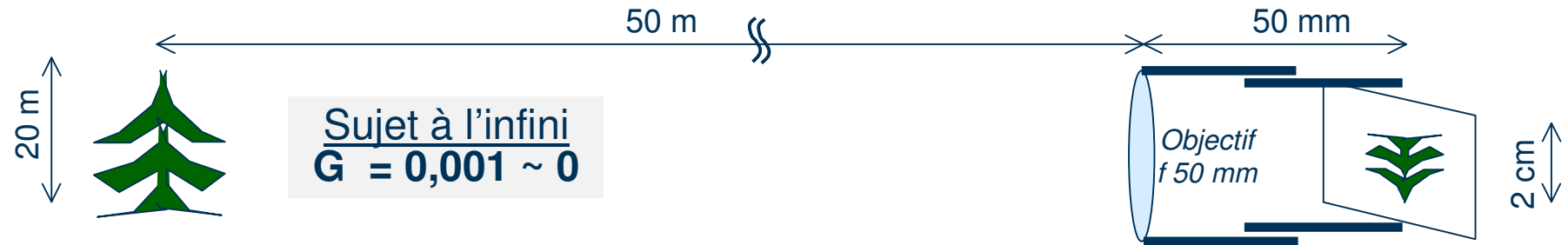
Rapport macro	0,1x	0,5x	1x	3x	10x	40x
Largeur du champ cadré capteur 24x36 capteur APS	36 cm 24 cm		36 mm 24 mm	12 mm 8 mm		1 mm 0,6 mm
Domaines photographiques		PROXI -> macro «grand public»	MACRO «classique»	SUPERMACRO -> stacking obligatoire		
	GÉNÉRAL	MACRO				MICRO

- En deçà du grandissement x1, il s'agit de “Proxiphotographie”
- Au delà de 40x, il s'agit de “Microphotographie”
- La difficulté croît avec le rapport de grandissement !



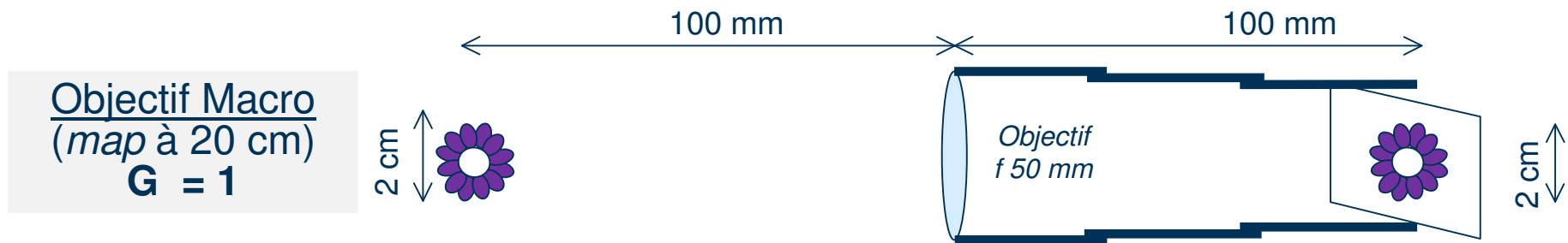
Principe d'un objectif macro

(illustration pour focale 50 mm à un seul groupe de lentilles)



Objectifs conventionnels

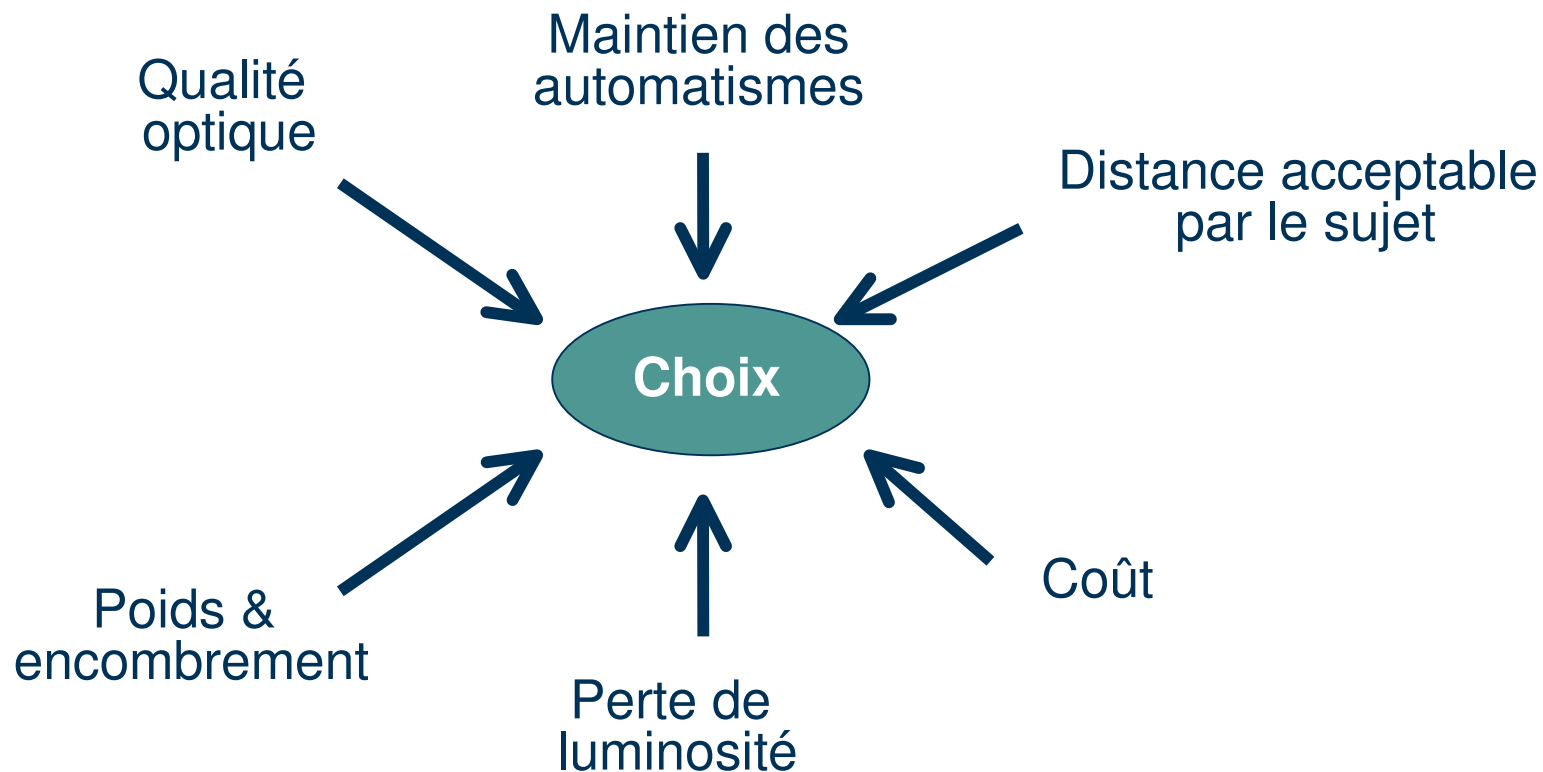
Objectifs macro



Choisir son matériel

Les contraintes à prendre en compte

Un objectif macro, des bonnettes ou des bagues allonge permettent toutes la pratique de la macrophoto. Mais ces 3 solutions ne sont pas équivalentes vis-à-vis des contraintes techniques et des sujets



Moyens techniques : Les « Bonnettes »

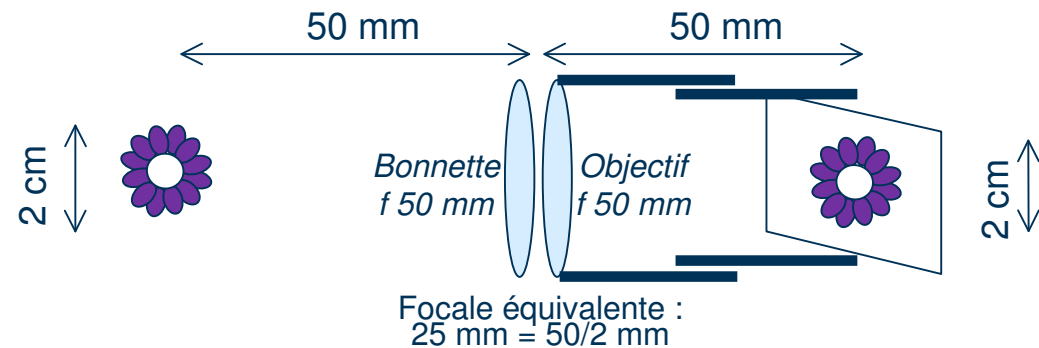
Principe :

- Lentille(s) additionnelle(s) vissées à l'avant de l'objectif de prise de vue pour augmenter sa puissance optique et diminuer la distance de mise au point

Ajout d'une bonnette

$$G = 1$$

(ici réglage map sur l'infini)



- La bonnette agit comme une loupe placée devant l'œil
- On trouve des bonnettes de différentes focales, celles-ci sont exprimées en dioptries (Puissance optique = 1/ focale exprimée en mètre, exemple 2 dioptries -> focale de 50 cm ...)
- Généralement limité à la Proxiphotographie



Les bonnettes

La macro du randonneur



Exemple d'une bonnette 2 dioptries sur télézoom 55-250 mm

- Plage de mise au point ~ 35 cm – 50 cm (sujet-lentille frontale)
- Plage de grossissement : 0,11 à 0.86
- Plage de focales équivalentes : 49 à 167 mm

Observation

- Le grossissement ne « tire » pas sur la qualité optique de l'objectif
- Grossissement proportionnel à la focale
- Tous automatismes conservés mais plage autofocus et *map* limitées à 15 cm (exemple)
- Aberration chromatiques
- Pas de perte de luminosité !

Conseil

- A utiliser avec des zooms, plus flexibles
- Réserver à des objectifs > 100 mm de focale.
- Se placer à la bonne distance sujet – appareil et cadrer par le changement de focale.
- Se limiter à 2-4 dioptries et à $G=0,8$, éviter l'entrée de gamme, et diaphragmer à f8-f16

Moyens techniques : Les « Bonnettes »

Un peu de technique pour les curieux (ou les matheux...):

- **Si l'objectif de prise de vue est réglé sur l'infini, le rapport de grandissement est alors égal à la Focale de l'objectif de prise de vue divisée par celle de la bonnette**

Dans ce cas la distance de mise au point est égale à la focale de la bonnette.

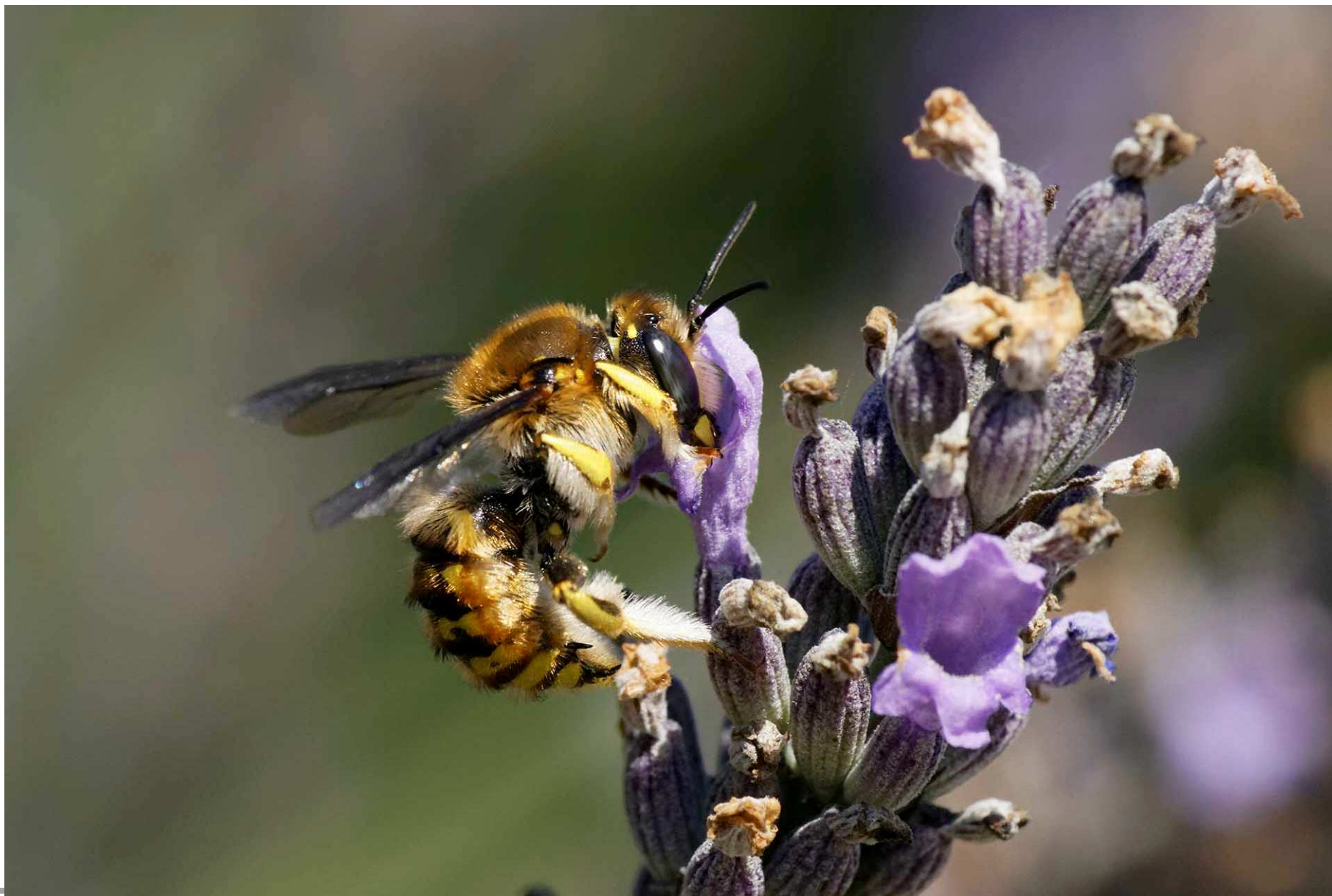
- **Pour calculer la focale équivalente à l'ensemble objectif+bonnette, il faut ajouter les puissances optiques.**

Exemple : Bonnette de 2 dioptries montée sur objectif de 100 mm de focale $\rightarrow 2 + 10 = 12$ dioptries $\rightarrow$ focale équivalente à $1/12 \text{ m} = 83 \text{ mm}$

- **Pour calculer la distance de mise au point mini de l'ensemble, il faut convertir la distance mini de mise au point de l'objectif en dioptries, et l'ajouter à la puissance de la bonnette**

Exemple : Idem ci-dessus avec une distance mini de mise au point de 25 cm (Equivaut à 4 dioptries). Avec la bonnette de 2 dioptries, le total fait 6 dioptries, soit une distance de mise au point mini de $1/6 \text{ m} = 16.7 \text{ cm}$.

55-250 mm + bonnette 2D, G~0,5, APS



Les bonnettes

La macro du randonneur

Mon avis personnel :

Injustement décriées. Bonne solution pour s'initier à peu de frais (Canon : 100 €). Opter pour **construction soignée** (doublet achromatique). Ne pas chercher les très forts grossissements sous peine de détériorer l'image et de perdre la *map*.

Le bon plan : L'association d'une bonnette 2 dioptries avec un télézoom pour se balader léger et pratique.

Moyens techniques : Les « Bonnettes »

En synthèse

Avantages :

- Faible coût
- Facilité d'emploi
- Pas de perte de lumière
- Pas d'incidence sur le fonctionnement de la cellule et autres automatismes

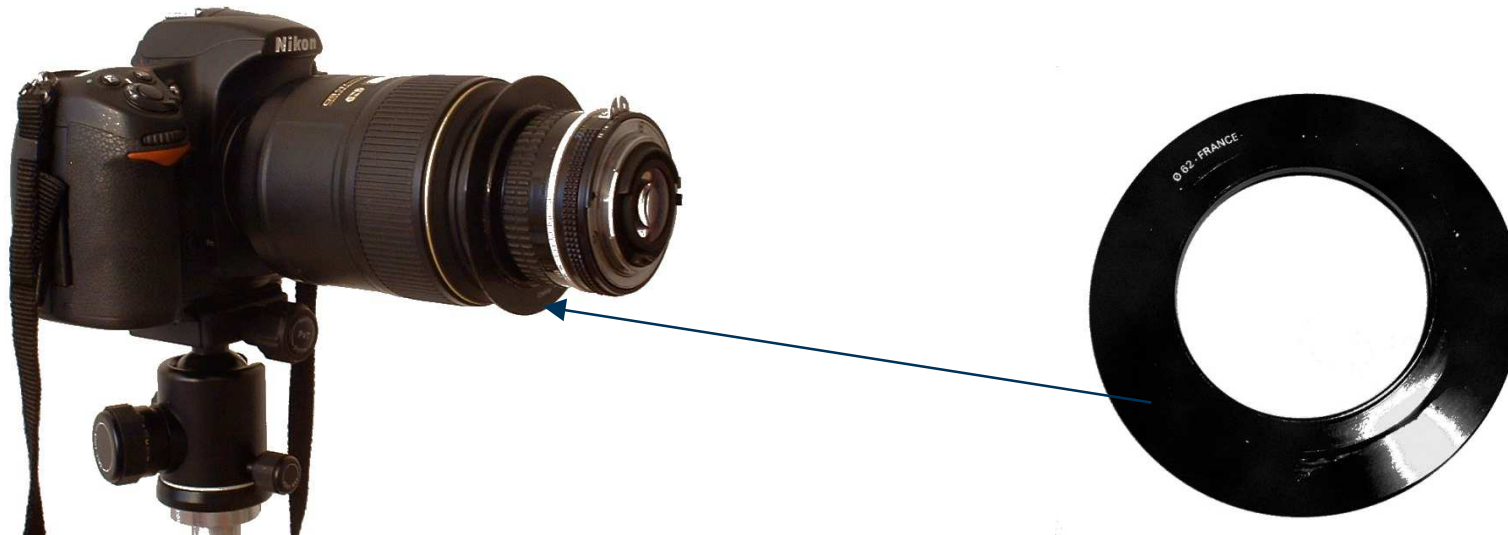
Inconvénients :

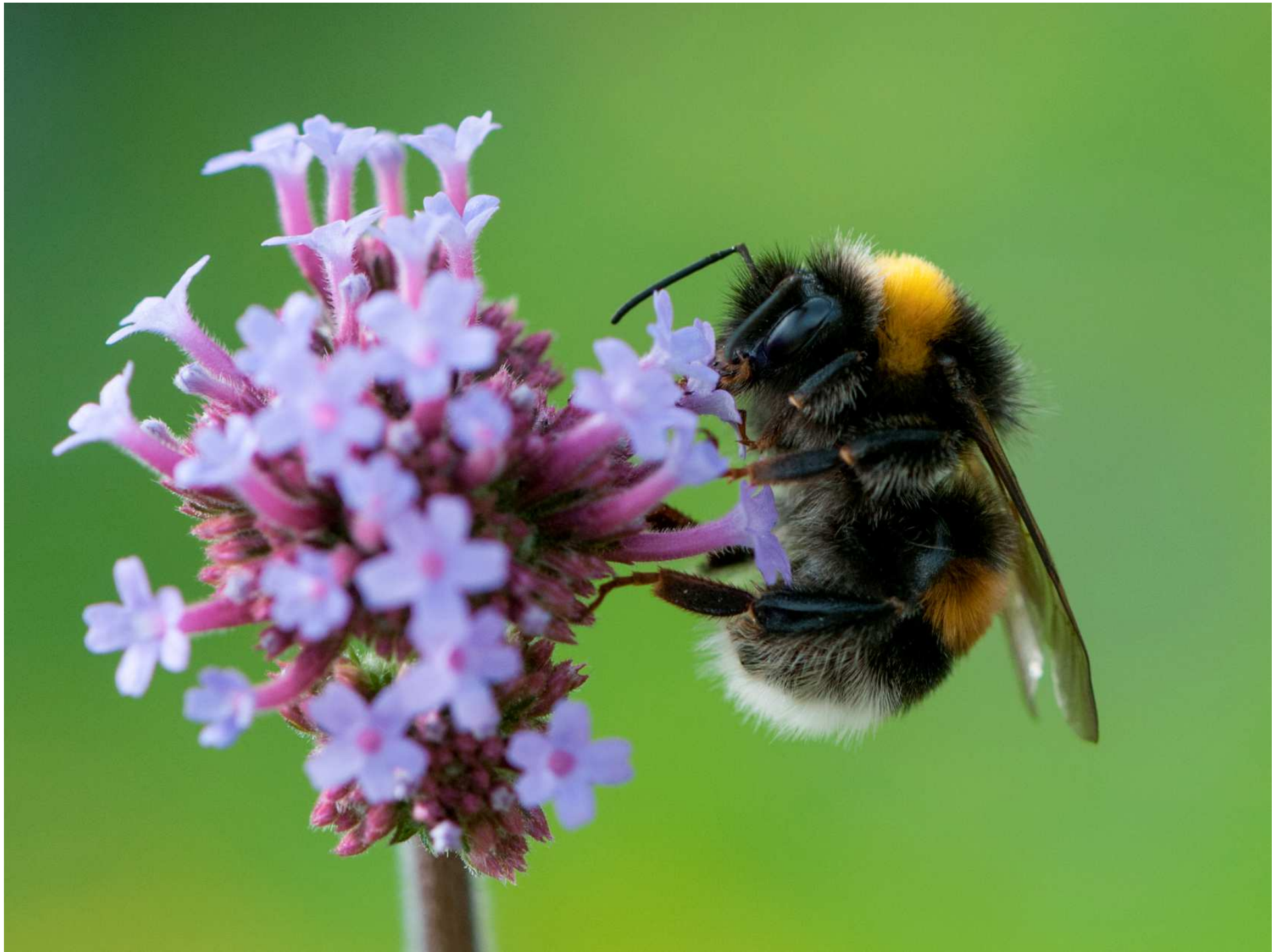
- Légère perte de qualité optique
 - Surfaces air/verre supplémentaires
 - Aberrations optiques et/ou chromatiques
 - Tâtonnements pour trouver la bonne combinaison de bonnettes permettant d'atteindre le rapport de grandissement voulu

Moyens techniques : Les « Bonnettes »

Variante :

- Utiliser un objectif comme bonnette, en montage inversé
- Avantage :
 - Qualité d'image
 - Cout réduit à l'achat de 2 bagues permettant d'accoupler les 2 objectifs !
- Exemple avec un objectif de 50 mm de focale monté sur un 105 mm macro
-> grandissement de l'ordre de 2x





Moyens techniques : Les objectifs « macro »

- Les objectifs « macro » permettent en général d'atteindre le grandissement 1x sans accessoire supplémentaire. Ces objectifs restent polyvalents

Large gamme de focale :

40 mm - 60 mm - 85 mm - 105 mm -
150 mm - 200 mm.

Plus la focale est grande, plus la
distance à la scène est grande.



- De rares modèles sont prévus pour des grandissements supérieurs à 1x comme l'objectif Canon MPE65 spécialisé dans les forts grandissements [1x-5x], mais on perd la polyvalence et la simplicité d'utilisation !



Les objectifs macro

Bien choisir sa focale



Longueur focale à l'infini
Focale réelle au rapport 1
Distance lentille-sujet pour G=1
Perte de luminosité pour G=1
G avec une bague de 25 mm
Copie carte postale sur APS à ...
Utilisation du flash intégré
Prix *fnac.com* août 2017
Poids
Longueur x diamètre
Utilisation

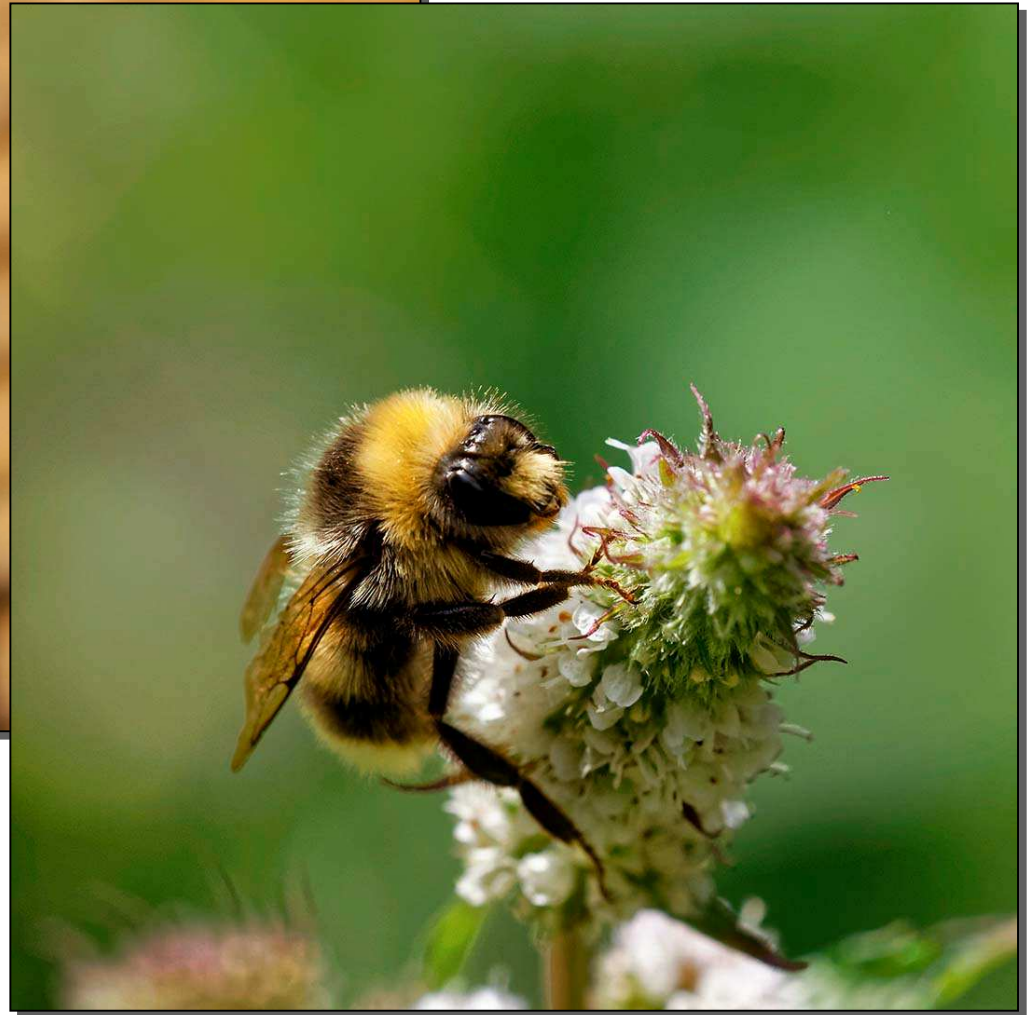
Canon 60 mm (APS)

- 60 mm
- 45 mm
- 9 cm
- 1 1/3 diaph
- 1,6
- 60 cm
- Oui
- 450 €
- 335 g
- 70 x 73 mm
- Fleurs, documents, insectes myopes (rampants)

Sigma 150 mm (full frame)

- 150 mm
- 100 mm
- 20 cm
- 2 diaph
- 1,2
- 130 cm
- Non
- 950 €
- 1150 g
- 150 x 80 mm
- Fleurs, insectes y.c. volants

Macro 60 mm :
trop court pour les sujets intimidants même avec un APS



Moyens techniques : Les objectifs « macro »

En synthèse

Avantages :

- Qualité optique
- Perte de lumière assez bien contenue
- Conservation de tout les automatismes du boîtier (commande ouverture, AF, stabilisation ...)
- Grande facilité d'emploi
- Polyvalence (photos macro & classiques)
- Clairement la solution idéale pour commencer

Inconvénients :

- Reste limité au grandissement max de 1x, mais il y a des solutions pour aller plus loin ...



Moyens techniques : Les bagues Allonges

Principe :

- On intercale entre le boîtier et l'objectif un ou plusieurs tubes creux pour augmenter le tirage image. En conséquence le tirage objet diminue et le grandissement augmente. Plus les bagues sont larges et plus le grandissement est important.
- Dans le principe, cette solution est compatible avec tous les objectifs. Selon les modèles, les bagues conservent les interfaces électroniques entre boîtier et objectif.

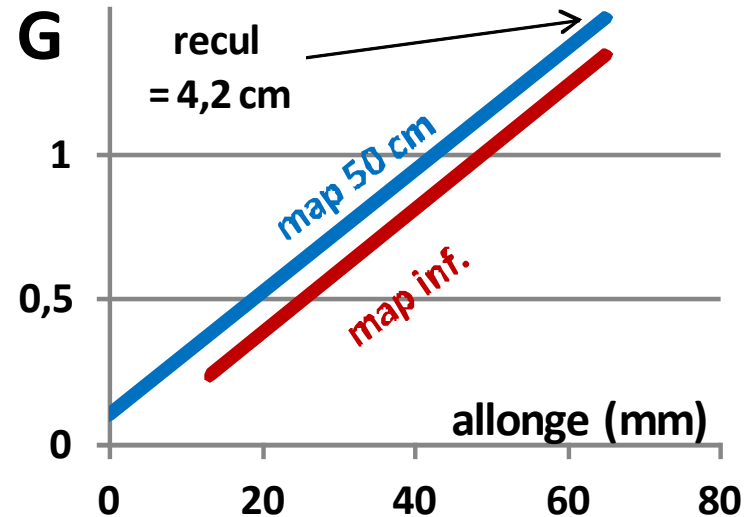


Les bagues-allonge

Avec vieux 50 mm ou complément d'une optique macro



A l'unité ou en kit de 3 pour 7 grossissements différents à partir du même objectif. Rapport 1.5 max atteint avec un « bon vieux » 50 mm.



Observation

- Le grossissement « tire » sur la qualité optique de l'objectif
- Grossissement inversement proportionnel à la focale
- Perte de 2 diaph pour $G=1$
- Autofocus et *map* de l'objectif inutilisables même en manuel
- Courte distance sujet-lentille à $G=1$ (10 cm pour 50 mm de focale)

Conseil

- A utiliser uniquement avec des focales fixes de bonne qualité
- Réserver à des objectifs < 100 mm de focale (sauf si objectif macro)
- Monter les iso
- Jouer sur le nombre de bagues et la distance sujet – appareil
- A réserver à des sujets immobiles et/ou travail en studio

Moyens techniques : Les bagues Allonges

Toujours pour les curieux (ou les matheux...) :

- **Pour calculer la valeur du grandissement, il suffit de diviser la longueur de la bague allonge par la focale de l'objectif**
 - Valable uniquement si l'objectif est réglé sur l'infini
 - Ce sont donc les courtes focales qui offrent les plus forts grandissement, mais la distance de prise de vue est réduite
- **Pour déterminer la distance entre la lentille frontale et le sujet, la formule est :** $\text{Focale} \times (1 + 1/\text{rapport de grandissement})$

Les bagues-allonge

Avec vieux 50 mm ou complément d'une optique macro

Mon avis personnel :

Un peu rétro. Bonne solution pour s'initier à peu de frais (sous-marques : 100 € pour jeu de 3 bagues). Opter pour des **bagues avec des contacts électriques** (diaph et stabilisateur).

- Avec un objectif non macro, préférer les focales courtes (35-50 mm) qui permettent d'atteindre des grossissements intéressants. Utilisation plutôt en studio (car perte de la *map*) et pour des sujets myopes voire inertes (faible distance lentille-sujet).

- Intéressant également en complément d'un objectif macro pour « franchir la barre du $G=1$ ». Avec un objectif macro, l'autofocus est conservé si on utilise une seule bague et permet le rapport 1.5 environ. Les objectifs macro sont prévus pour supporter une bague sans perte excessive de qualité.

Macro 60 mm + 1 Bague (31 mm), G~1,7, Flash intégré, APS



Moyens techniques : Les bagues Allonges

Variante : Le soufflet

- Permet d'avoir un grandissement continu et élevé. Possibilité de monter les objectifs en position inversée pour obtenir la meilleure qualité optique.
- Mais :
 - Onéreux
 - Nid à poussière pour les APN
- Vu les très forts rapports de reproduction qu'il permet d'atteindre (surtout avec des objectifs de courte focale montés à l'envers), et les problèmes d'éclairage qui en résultent, son usage sera plutôt réservé aux photographes spécialisés et chevronnés.



Moyens techniques : Les bagues Allonges

En synthèse

Avantages :

- Coût raisonnable
- Augmentation du rapport de grandissement
- Peu fragiles
- Adaptables sur pratiquement tous les objectifs

Inconvénients :

- Perte de luminosité assez sensible
- Combinaisons multiples des bagues pouvant devenir fastidieuses pour obtenir le rapport de grandissement voulu
- Perte de qualité optique sensible avec les objectifs non macro.



Moyens techniques : Autres solutions

Objectif Inversé

- Principe : Attaché par leur filetage avant au boîtier, au moyen d'une bague ad-hoc, il permet d'atteindre de plus forts rapports de grandissement (au prix de la perte des automatismes de diaphragme, d'un assombrissement du viseur, d'une mise au point difficile, d'une très faible profondeur de champ...)
- Plus la **focale est courte**, plus le **grandissement est fort**.

focale	ouverture max	G
24 mm	2,8	2,2
28 mm	2,8	2,0
35 mm	1,8	1,3
50 mm	1,4	0,8

données minolta



Moyens techniques : Autres solutions

Utilisation d'un Téléconvertisseur (doubleur)

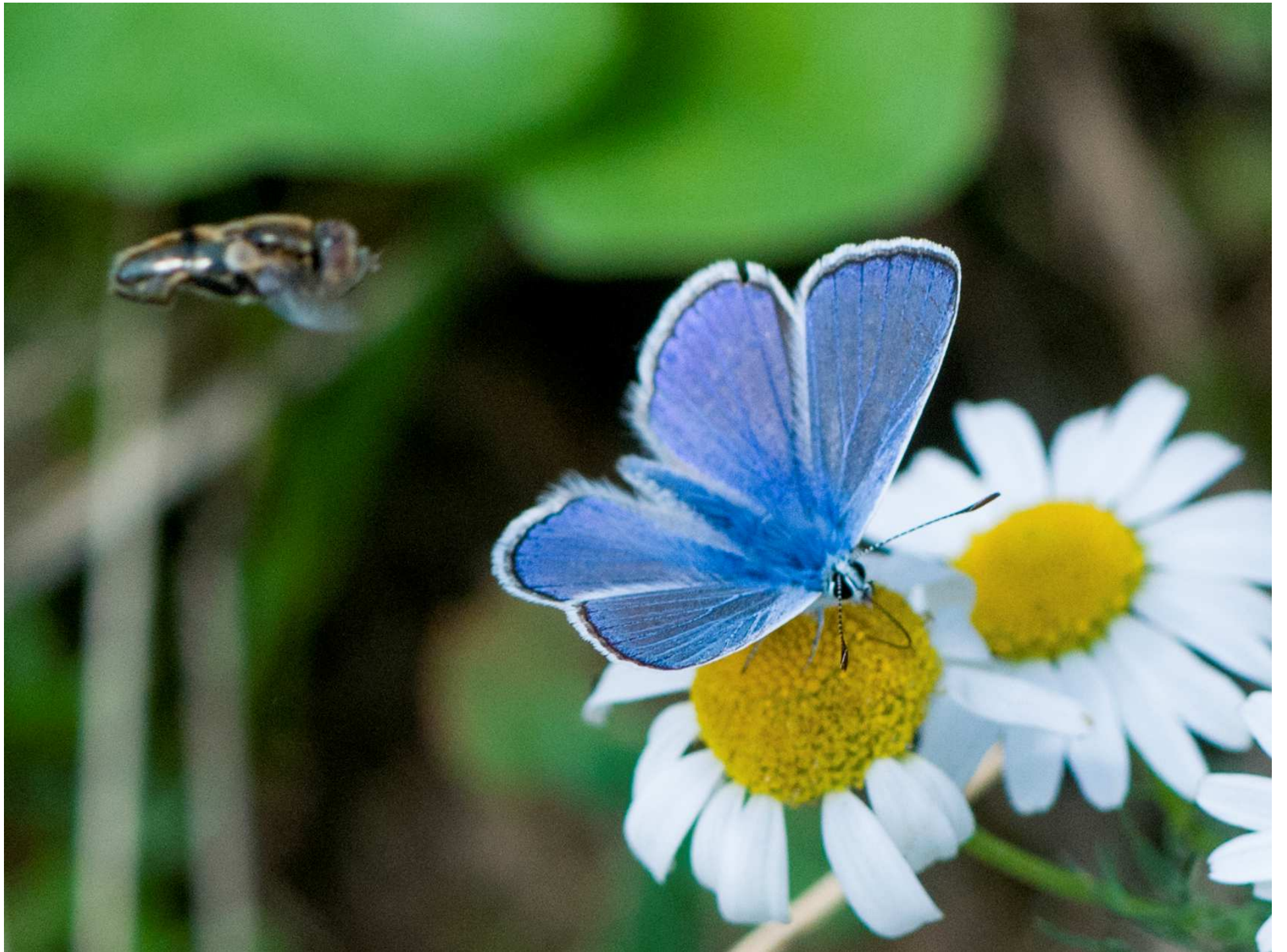
- Un convertisseur permet d'accroître la taille de l'image dans un rapport 1,4x, 1,7x ou 2x sans changer le plan de mise au point (au détriment d'une perte de luminosité et d'une légère perte de qualité optique)

Utilisation d'objectif d'agrandisseur

Moyens techniques : Autres solutions

Les solutions précédentes peuvent être combinées !

- Exemples
 - Objectif Macro + bonnette
 - Objectif Macro + objectif inversé
 - Soufflet + objectif inversé
 - Bague + objectif Macro
 - Objectif Macro + téléconvertisseur
 - ...



Macro 60 mm + bagues 65 mm, photo « croquée », G~5, Flash cobra manuel + réflecteur, APS



Les 4 plaies de la macrophoto

Et comment y remédier

Pas de profondeur de champ

Pour G=1 sur format APS :

pdc = 0,9 mm à f 11 :

- **Diaphragmer** (f8 - f16)
- **Autofocus** très utile (en continu)

$$\text{pdc (mm)} = 2.c.\text{diaph.} \cdot \frac{1 + G}{G^2}$$

Valeur de c

- APS : 0,02 mm
- Full frame : 0,03 mm

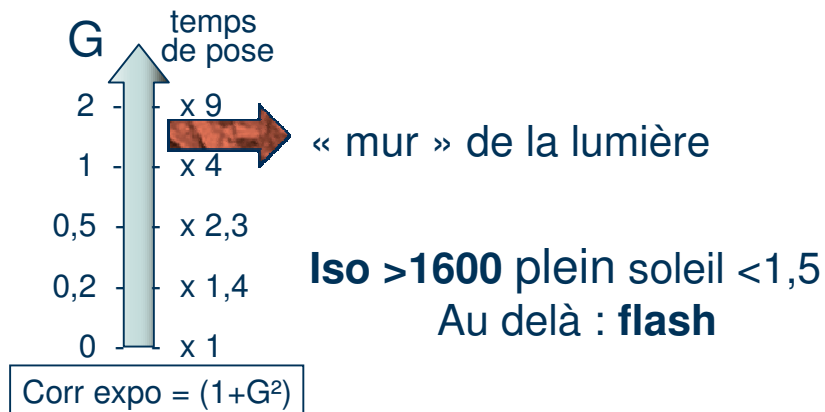
Des sujets ultra-rapides

Pour une même taille sur le capteur :

- Fourmi aussi rapide qu'une formule 1
- Libellule = Avion

Vitesse recommandée > **1/500**^{ième}

Grossissement = perte de lumière



Des sujets timides/agressifs

Recul nécessaire (approximatif)

- Insecte qui butine ou qui lutine : 20 cm
- Fourmis : gênées vers 7 cm
- Guêpes : agressives dès 40 cm
- Agrion : se sauve dès 50 cm

Insectes volants = Focales longues

Difficultés et solutions possibles

La profondeur de champ

- Elle est extrêmement réduite en macrophotographie

Capteur FF - CdC = 0,025 (mm)						
G	1	2	4	10	20	40
f/2,8	0,28	0,105	0,043	0,015	0,007	0,003
f/4	0,4	0,15	0,06	0,022	0,01	0,005
f/5,6	0,56	0,21	0,087	0,03	0,015	0,007
f/8	0,8	0,3	0,125	0,045	0,02	0,01
f/11	1,1	0,41	0,17	0,06	0,029	0,014
f/16	1,6	0,6	0,25	0,09	0,042	0,02
f/22	2,2	0,82	0,34	0,12	0,057	0,028
f/32	3,2	1,2	0,5	0,17	0,084	0,04

Capteur APS-C - CdC = 0,016 (mm)						
G	1	2	4	10	20	40
f/2,8	0,18	0,067	0,028	0,01	0,005	0,0023
f/4	0,256	0,096	0,04	0,014	0,0067	0,0033
f/5,6	0,36	0,135	0,056	0,02	0,01	0,0046
f/8	0,51	0,19	0,08	0,028	0,013	0,0065
f/11	0,7	0,26	0,11	0,039	0,0185	0,09
f/16	1	0,29	0,16	0,056	0,027	0,013
f/22	1,4	0,53	0,22	0,078	0,037	0,018
f/32	2	0,77	0,25	0,1	0,054	0,026

- Il est donc indispensable de soigner la mise au point
- Références sur internet :
 - www.edgar-bonet.org/physique/pdc
 - www.galerie-photo.com/profondeur-de-champ-macro-excel.html (avec feuille de calcul excel téléchargeable)

Solution pour les grandissements élevés : Le focus stacking ou “Zedification”

- Le principe consiste à prendre différents clichés pour différents plans de mise au point et de les assembler à l’aide d’un logiciel spécialisé ou avec Photoshop

Difficultés et solutions possibles



Nécessite une platine avec déplacements micrométriques



Platine manuelle



Bricolage "Maison"



StackShot

Macro Rail Package

Includes Power Supply and Motor Cable



Solution "Pro" à 800 €

Difficultés et solutions possibles

La diffraction

- On peut être tenté de diaphragmer pour augmenter la PdC, mais attention à la perte de résolution liée à la diffraction !

Diaphragmes à ne pas dépasser selon les capteurs numériques					
format capteur	APSc 16 Mpx	APSc 24 Mpx	FF 12 Mpx	FF 24 Mpx	FF 36 Mpx
f/2,8	0,8	1	0,5	0,6	0,8
f/4	1,1	1,4	0,6	0,9	1,1
f/5,6	1,6	2	0,9	1,3	1,6
f/8	2,3	2,8	1,3	1,8	2,2
f/11	3,1	3,9	1,8	2,5	3,1
f/16	4,6	5,6	2,6	3,6	4,5
f/22	6,3	7,7	3,5	5	6,1
f/32	9,2	11,2	5,2	7,3	8,9

Les valeurs sont en nombre de pixel

Solution

- Ne pas diaphragmer au delà de valeurs raisonnables (F/11 max ?)

Difficultés et solutions possibles

Le flou de bougé :

- Il est dépendant des mouvements du photographe et des mouvements du sujet
- Sensible aux mouvements angulaires et aux déplacements latéraux

Solutions :

- Choisir les jours sans vent pour les photos en extérieur !
- Utiliser un pied quand cela est possible
- Gérer le temps de pose en fonction du sujet (mobile ou non)
- Monter en ISO
- Utiliser un flash pour figer le mouvement
- Utiliser un objectif stabilisé
- Combiner les solutions précédentes !

Difficultés et solutions possibles

La lumière disponible :

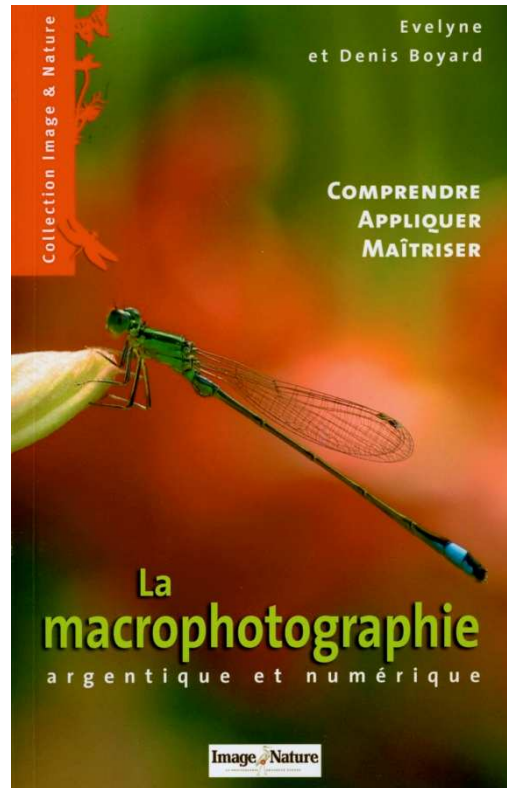
- Il n'y en a jamais assez car en macrophoto, on a besoin de :
 - Grande PDC donc diaphragme fermé (8, 11, 16 ?)
 - Vitesse d'obturation rapide à cause du Vent, des mouvements des sujets ou du photographe ...

Solutions :

- Les éclairages d'appoint à LED
- Les flashes ! Il en existe de différentes natures : annulaire, petits flashes déportés ...



Références



Livre Edition
"Terre d'Images"

Livre Edition
"Terre d'Images"



Article de 20 pages
paru dans la revue
"Compétence
Photo" de Juillet-
Aout 2017

