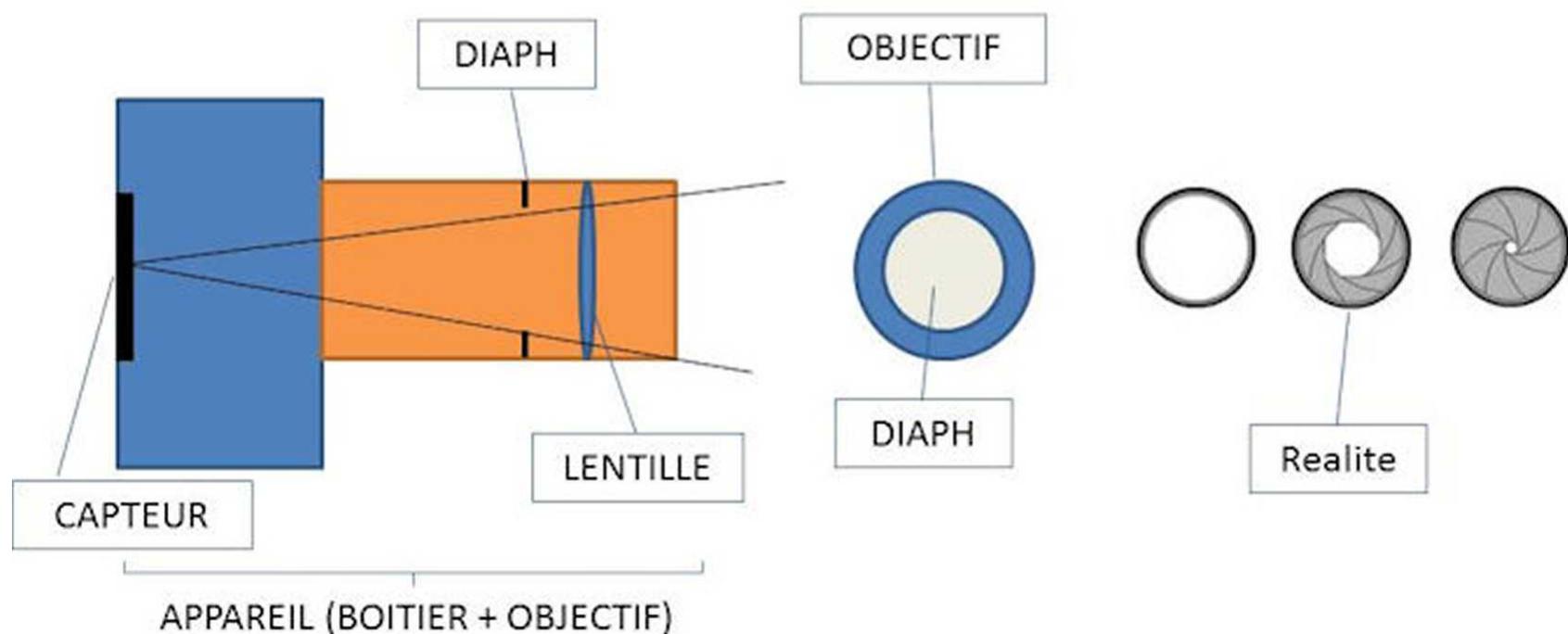


F/Stop – Diaph 1/8

- Le but de ces quelques slides est de présenter le pourquoi du comment des chiffres qui expriment l'ouverture d'un appareil photo (numérique ou pas)
- L'idée de base, qui est très simple, est qu'à travers un objectif photo il passe une certaine quantité de lumière:



F/Stop – Diaph 2/8

- A travers la lentille et le diaphragme passe donc une certaine quantité de lumière. En changeant l'ouverture du diaphragme (taille de l'ouverture), on peut faire varier la quantité.
- La quantité de lumière se trouve donc être proportionnelle a la surface de l'ouverture du diaph (grosse surface -> gros trou, petite surface -> petit trou).
- Que se passerait il si on voulait 2 fois plus de lumière ?????
 - il me faudrait une surface de diaph 2 fois plus grande !!!!

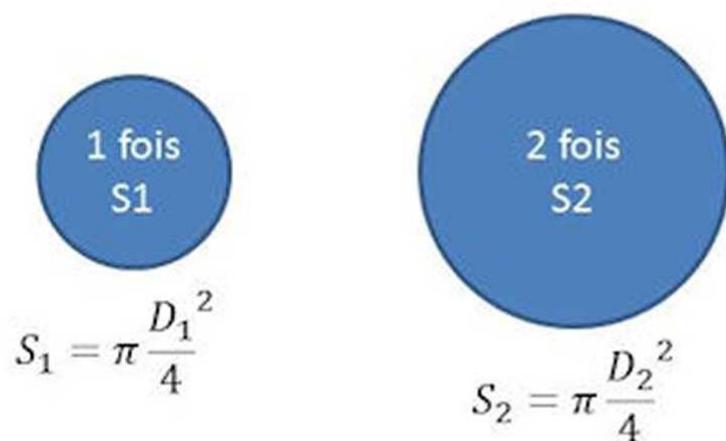


- Mais quel serait alors le diamètre du diaph???

F/Stop – Diaph 3/8

- Rappel pour une surface d'un cercle la formule est:

- $S = \pi r^2$ ou $S = \pi \frac{D^2}{4}$



- Après quelques calculs sur S1 et S2 (calculs qui n'ont aucune importance ici) on obtient une relation entre les diamètres:

$$D_2 = \sqrt{2} * D_1$$

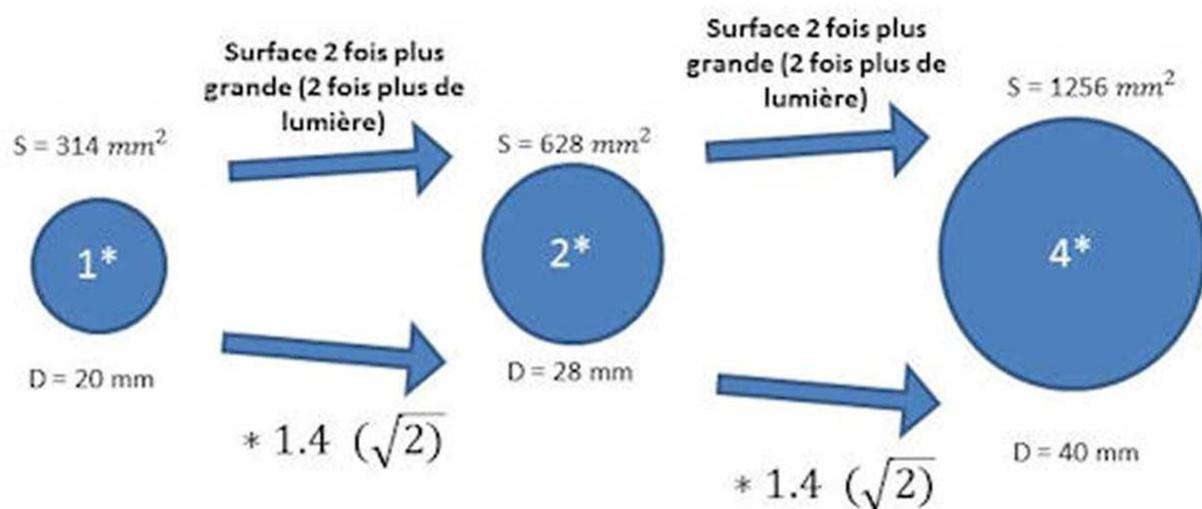
$$D_2 = 1.4 * D_1$$

On constate donc que pour avoir 2 fois plus de lumière, on a multiplié le diamètre du diaph par 1.4 ($\sqrt{2}$).

Par analogie pour avoir 2 fois moins de lumière, on devrait diviser le diamètre par 1.4 ($\sqrt{2}$).

F/Stop – Diaph 4/8

- On vient donc de créer une échelle de nombre entre les diamètres qui permettent de quantifier la lumière qui passe dans un objectif.

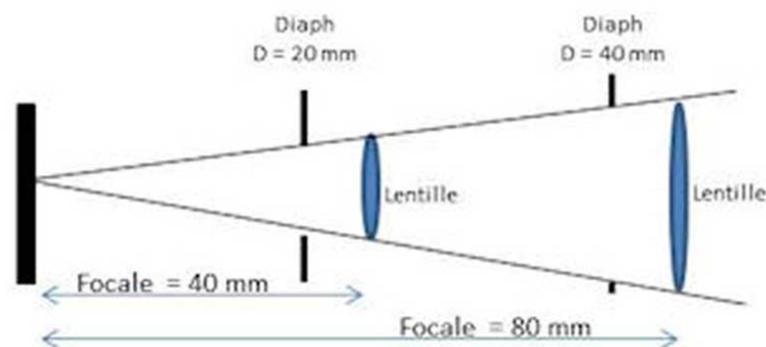


- En avons-nous fini.....?

Non car l' échelle obtenue dépend encore d'un autre paramètre qui est la focale.....

F/Stop – Diaph 5/8

- Allez un dernier petit effort, on y est presque. Si si c'est promis....
- L'exemple ci-dessous vous démontre que pour deux focales différentes (40 et 80 mm) avec deux diamètres différents (20 et 40 mm) de diaph, le capteur reçoit la même quantité de lumière

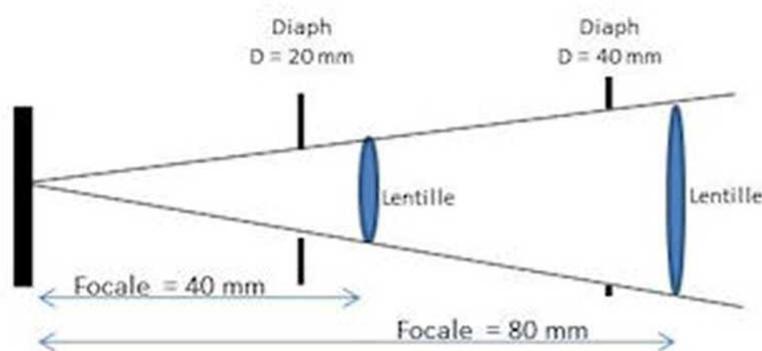


Mince alors, il me faut donc autant d'échelles que de focales pour exprimer les quantité de lumières?

NON car en fait on va s'intéresser aux rapports entre les deux focales.....

F/Stop – Diaph 6/8

- Etudions le rapport $\frac{\text{focale}}{\text{diamètre}}$ pour chaque position, on obtient ainsi:



- $\frac{40 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 2$ et $\frac{80 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 2$
- Génial, on a donc trouvé un nombre qui quelque soit la focale restera constant pour une certaine quantité de lumière.....

- $\frac{\text{focale}}{\text{diamètre}} = x$ mais comme on parle diamètre, on la met sous la forme $\frac{\text{focale}}{x} = \text{diamètre}$

On obtient une échelle de $\frac{f}{x}$, et c'est cette valeur que tous le monde utilise

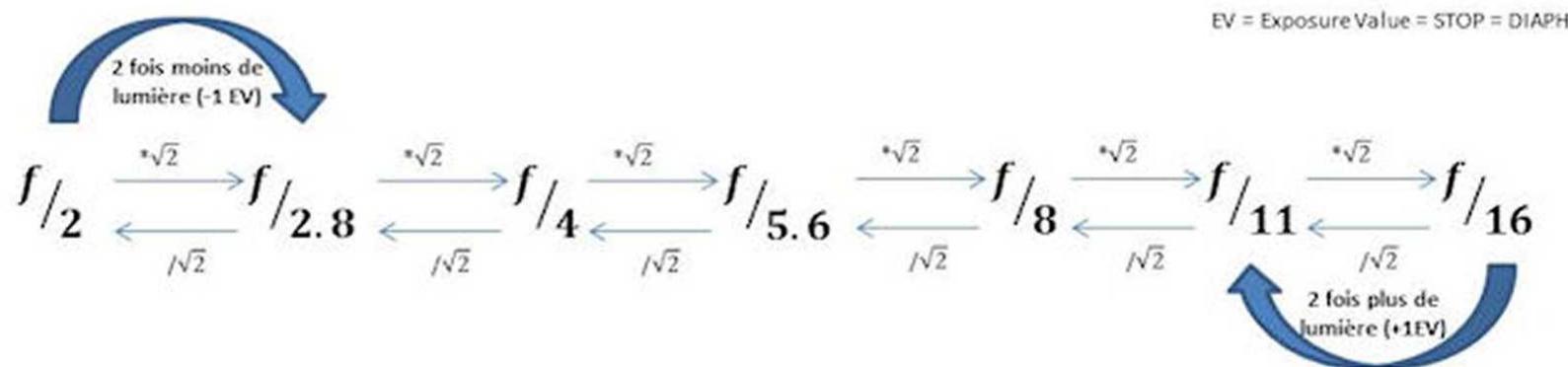
F/Stop – Diaph 7/8

- Avec cette échelle de f/x , on retrouve nos valeurs $f/1$, $f/2$, $f/4$ etc. etc.
- Donc en synthèse, avec les notions développées précédemment:
 - si je veux doubler ma quantité de lumière, je vais:
 - Multiplier mon diamètre par 1.4 ou $\sqrt{2}$
 - Ce qui imposera d'avoir pour que l'équation reste valide
$$\sqrt{2} * \frac{f}{x} = \sqrt{2} * D \quad \text{ou encore} \quad \frac{f}{\frac{x}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} * D$$
 - **Le rapport $\frac{x}{\sqrt{2}}$ deviendra de plus en plus petit (f/8 -> f/5.6)**
 - si je veux diviser par 2 ma quantité de lumière, je vais:
 - Diviser mon diamètre par 1.4 ou $\sqrt{2}$
 - Ce qui imposera d'avoir pour que l'équation reste valide
$$\frac{f}{x * \sqrt{2}} = \frac{D}{\sqrt{2}}$$
 - **Le rapport $x * \sqrt{2}$ deviendra de plus en plus grand (f/8 -> f/11)**

F/Stop – Diaph 8/8

- Toutes les notions développées ici n'ont pour but que de simplifier la compréhension de l'utilisation des diaph

- Gros chiffre f/x -> moins de lumière
- Petit chiffre f/x -> plus de lumière



- Dans la pratique sur vos boitiers, il y a plus de valeurs de f/x car le passage se fait par 1/3 d'EV.

Merci d'avoir pris le temps de lire

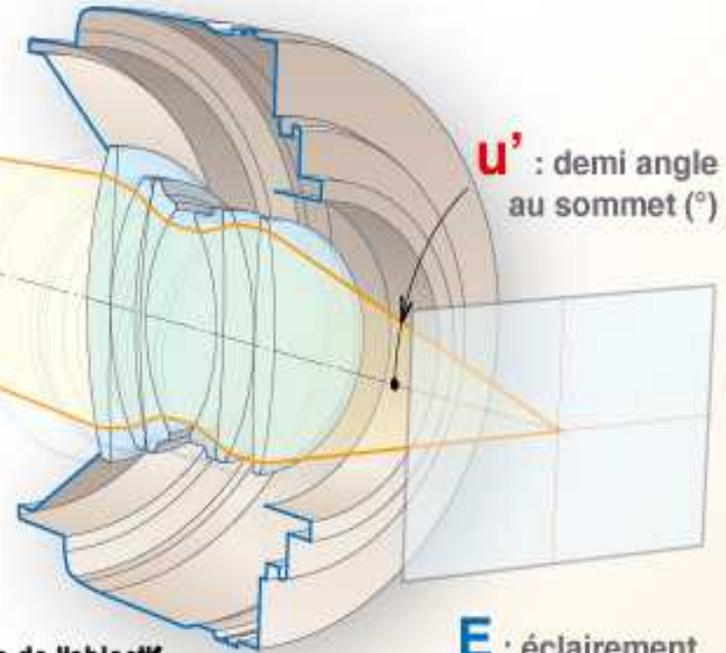
Pour ceux qui veulent aller encore plus loin, on peut introduire la notion de T/stop qui est identique au f/stop mais qui tient compte de la perte de lumière lors de la traversée de chaque élément (dans la pratique ben.....)

Ouverture numérique

L : luminance de l'objet source ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)



T : transmittance de l'objectif (%)



u' : demi angle au sommet ($^{\circ}$)

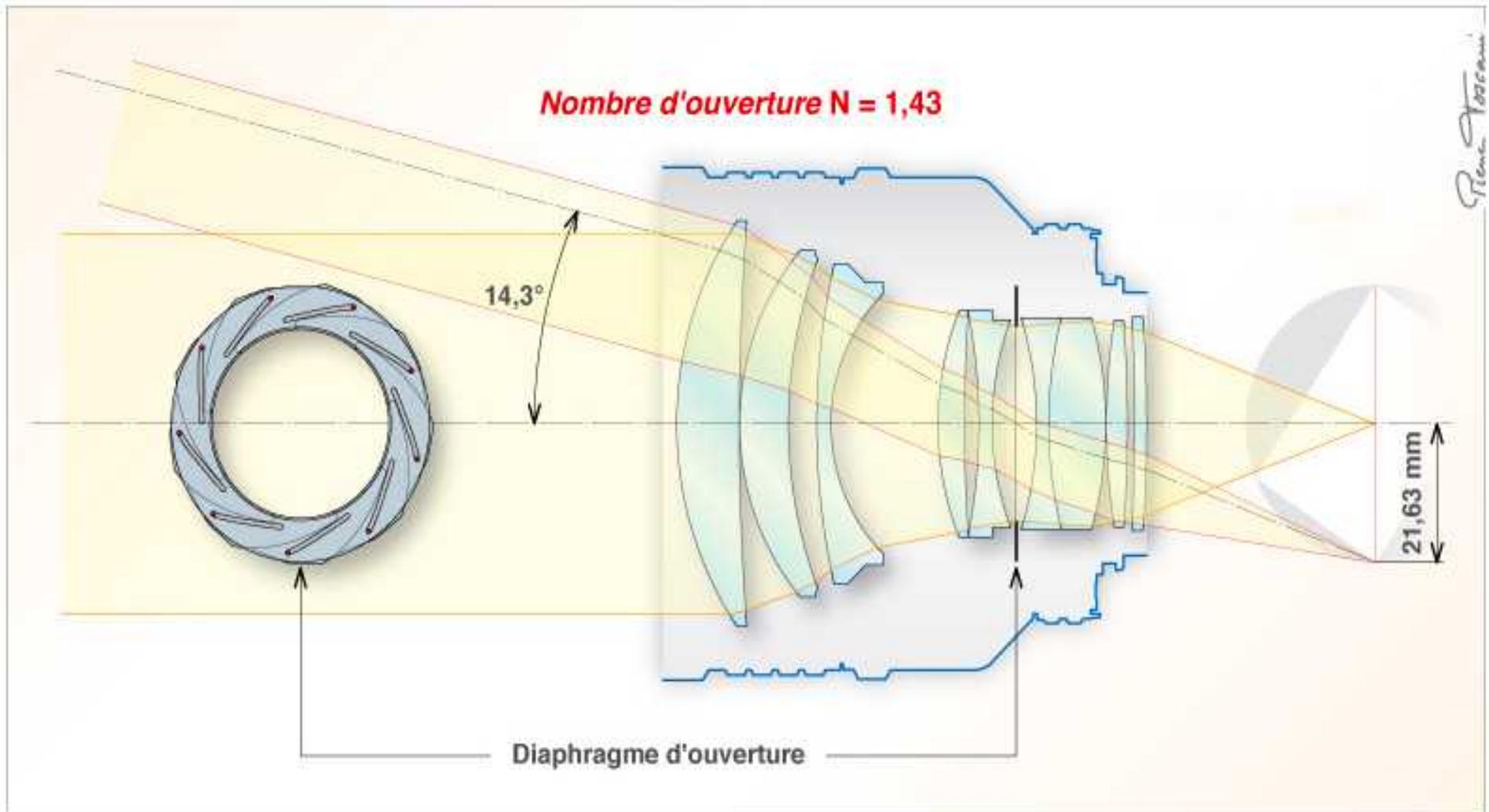
$$E = \pi \cdot L \cdot T \cdot \sin^2 u'$$

L'éclairement du capteur dépend de la luminance de la source, de la transmittance de l'objectif, et du demi angle au sommet du cône utile émergent.

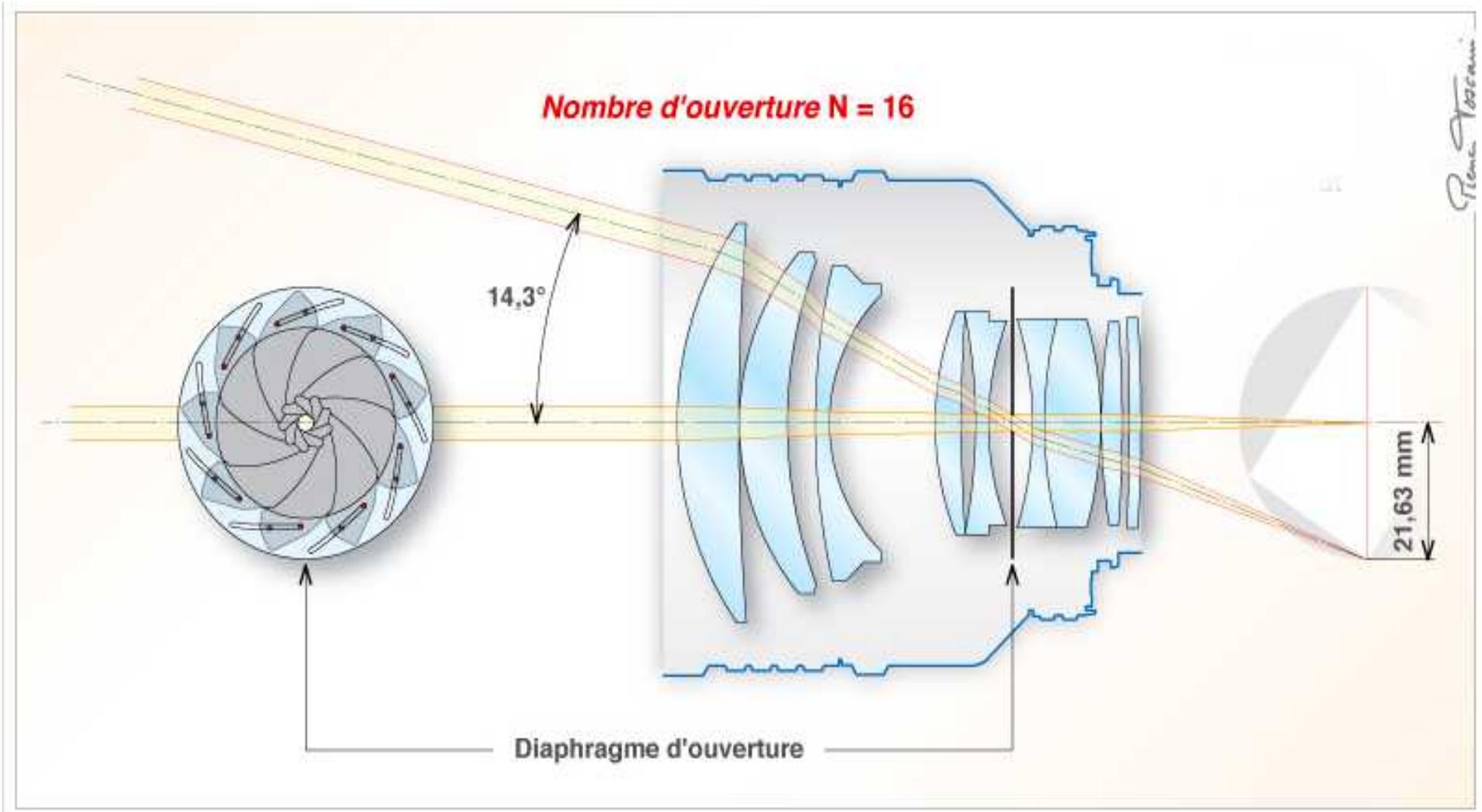
E : éclairement du capteur (lux)

Philippe Tisserand

Grande ouverture

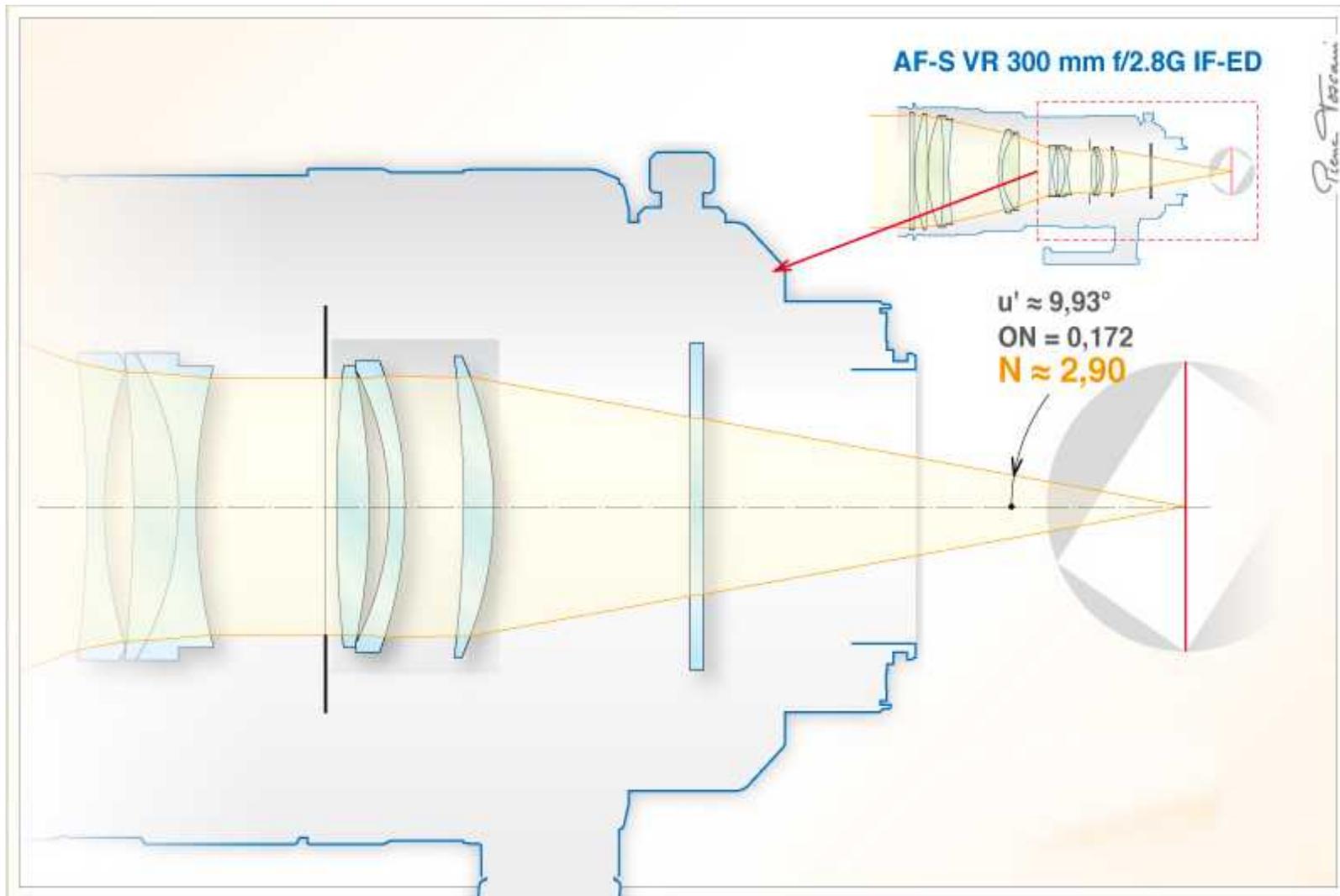


Petite ouverture

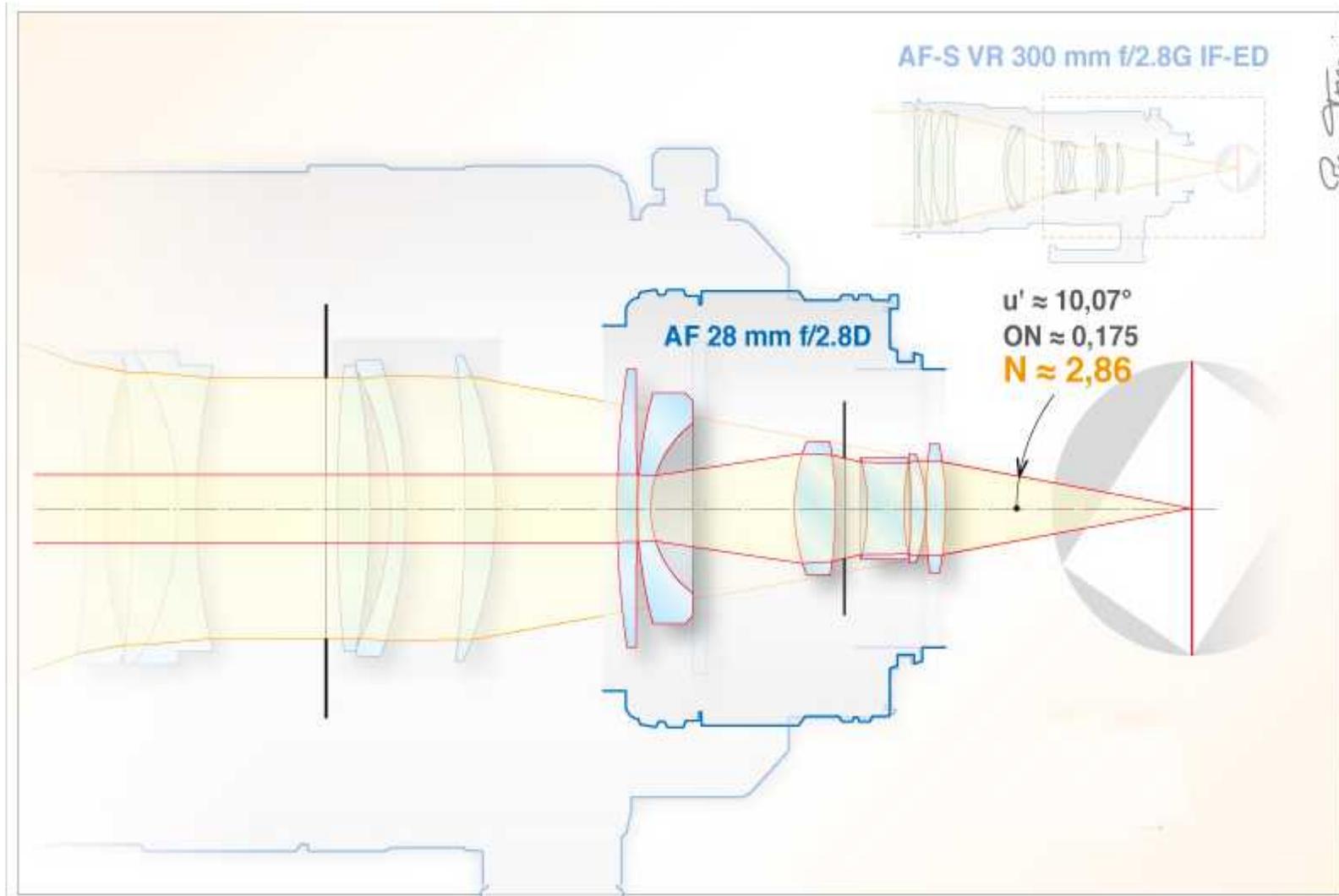


Une petite ouverture diminue le vignettage et les défauts de l'optique

Influence de la focale

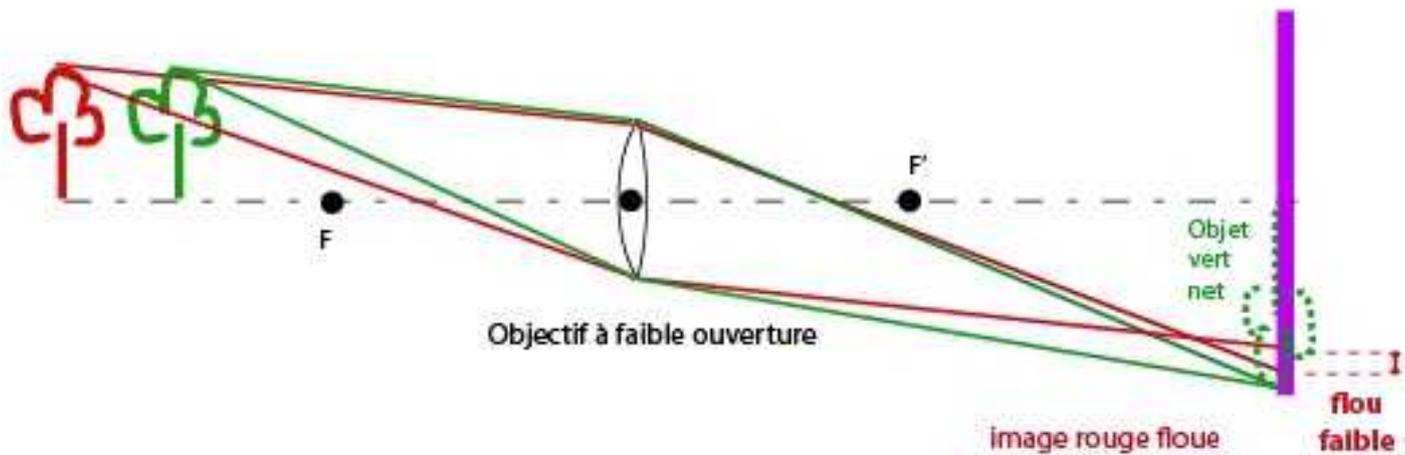
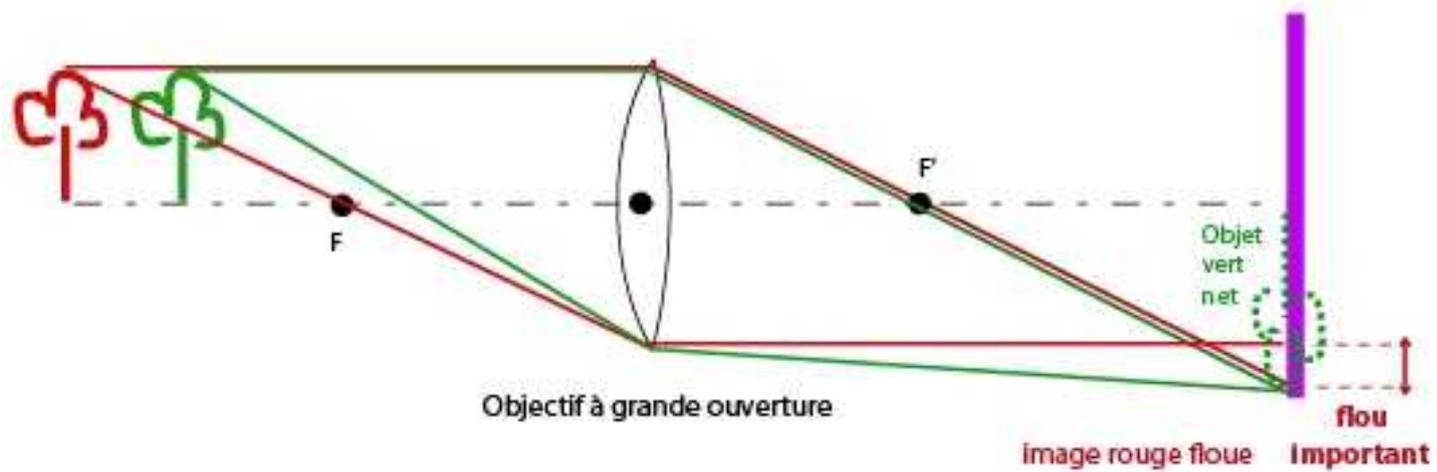


Influence de la focale



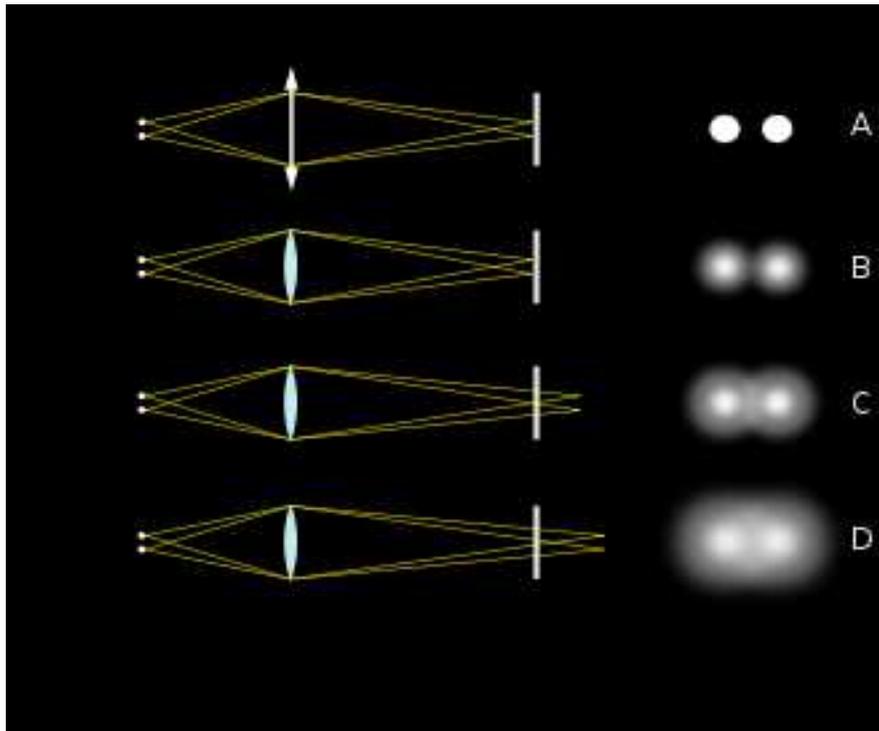
Pour une même ouverture, la quantité de lumière qui entre dans l'appareil est la même quelque soit la focale

Profondeur de champ (1)



Cercle de confusion

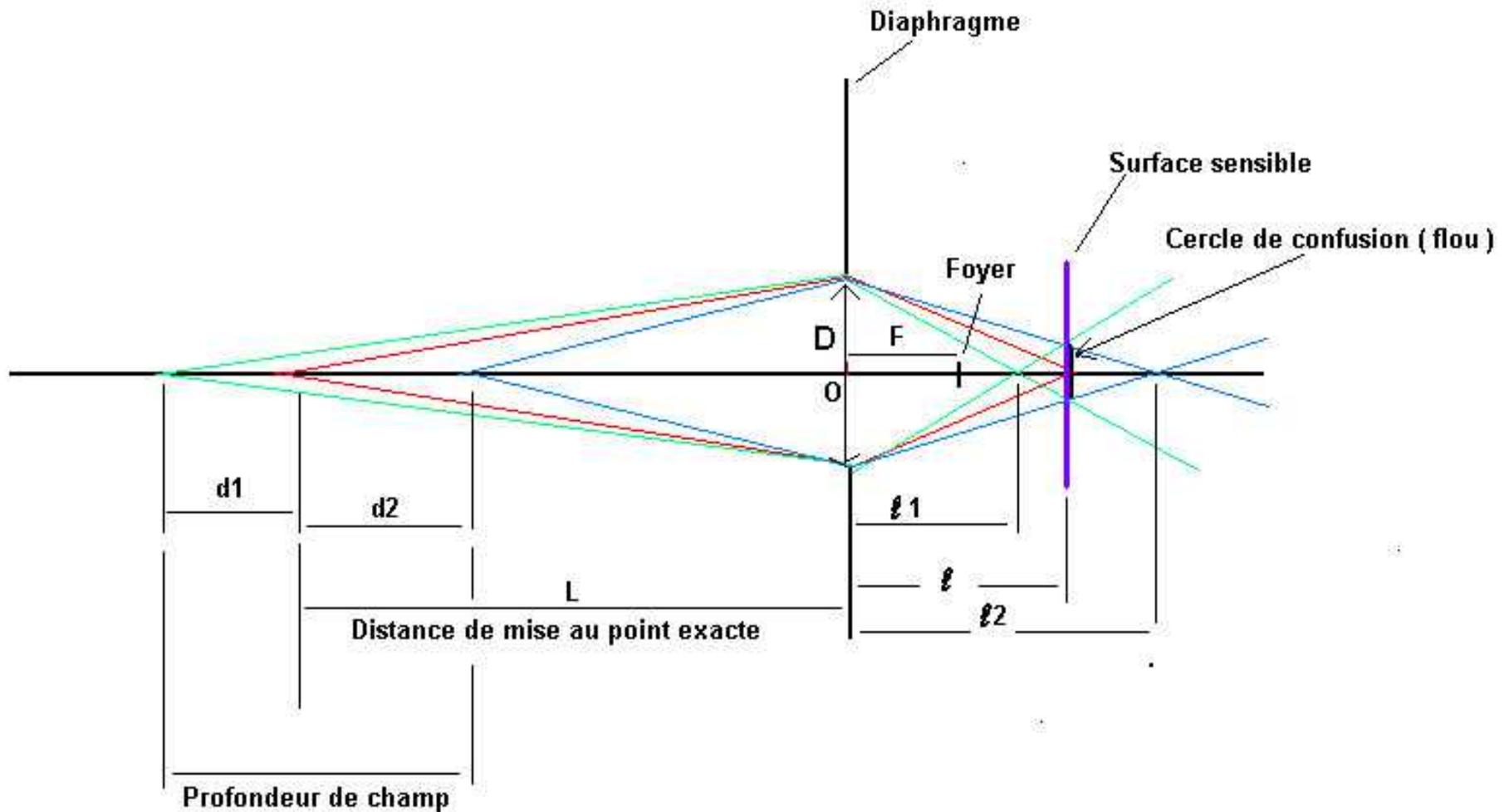
En photographie, le cercle de confusion (CdC) est sur une image, le diamètre des plus petits points juxtaposés discernables à l'œil nu à une distance normale de vision. Il dépend de l'acuité visuelle de l'observateur et des conditions d'observation (en particulier la distance d'observation et des conditions d'éclairage).



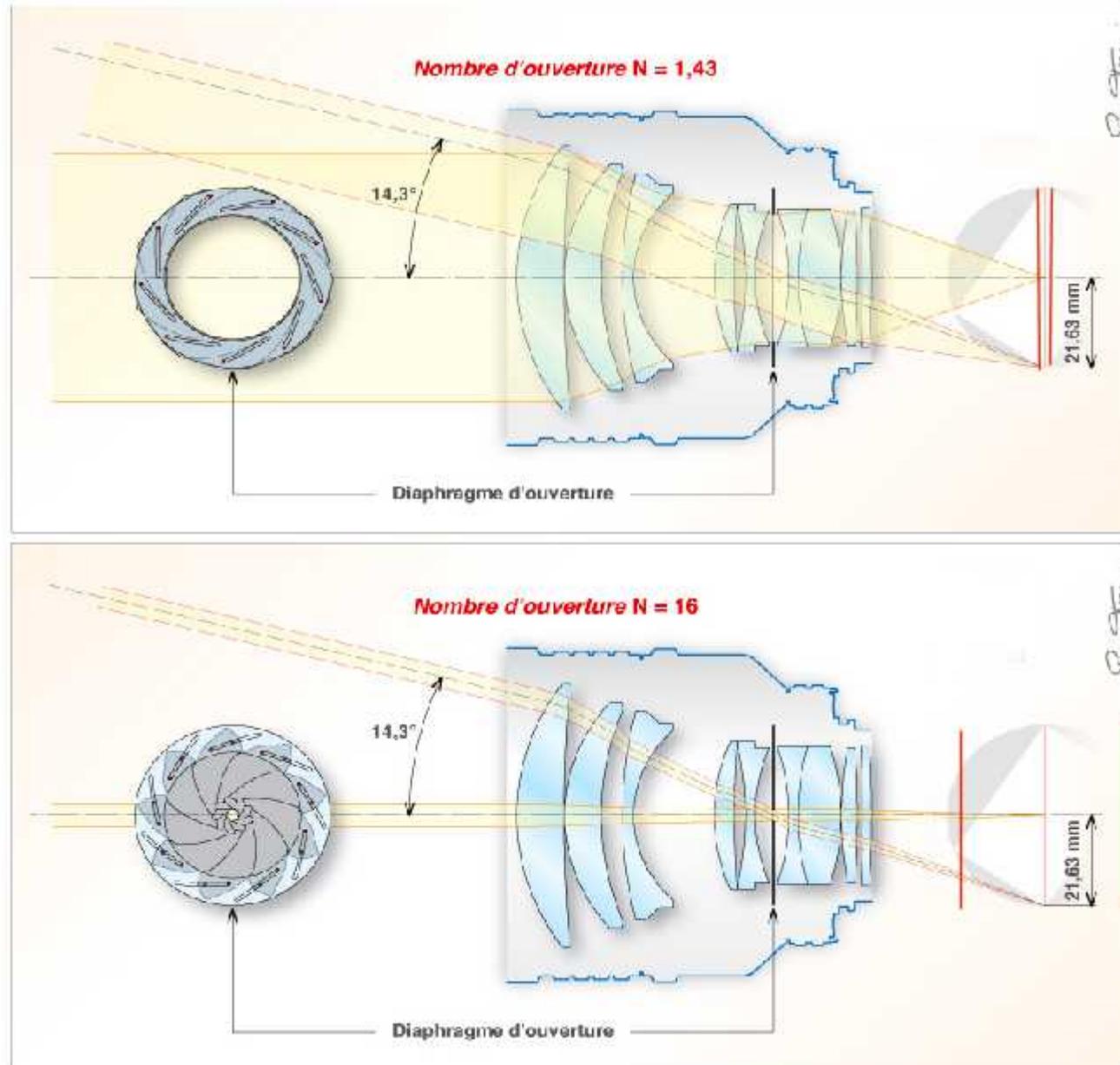
Valeurs de CdC courantes

Format	CoC (mm)
Photo	
Four Thirds	0.015
APS-C	0.018
35 mm	0.03
645 (6×4.5)	0.045
6×6	0.045
6×7	0.06
6×9	0.07
4×5	0.1
5×7	0.15
8×10	0.2

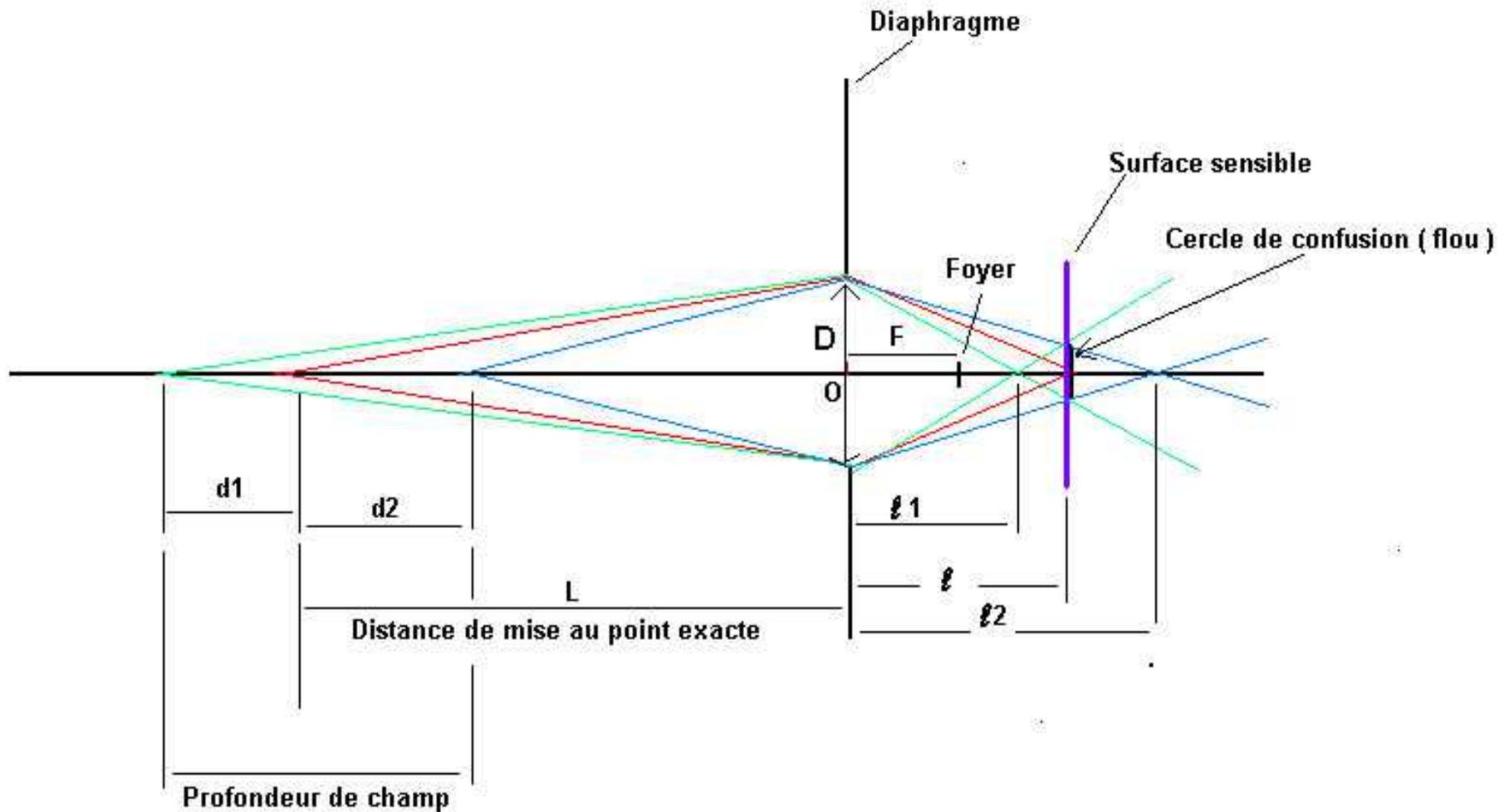
Profondeur de champ (2)



Profondeur de champ (3)



Profondeur de champ (2)



Profondeur de champ (3)

Formule de calcul de la profondeur de champ

En choisissant un cercle de confusion ramené au capteur de valeur C il faut calculer les valeurs de x pour lesquels $e=C$. Ces points "délimiteront" la pdc.

Avec les formules précédentes on arrive à $x_{\text{près}} = \frac{d}{1 + \frac{C \times N \times (d-f)}{f^2}}$ et $x_{\text{loin}} = \frac{d}{1 - \frac{C \times N \times (d-f)}{f^2}}$

or, $pdc = x_{\text{loin}} - x_{\text{près}}$, d'où:

$$pdc = 2 \times \frac{C \times N \times d \times (d-f)}{f^2 - \frac{(C \times N \times (d-f))^2}{f^2}}$$

Formule particulièrement imbitable s'il en est.

En considérant que d est suffisamment grand devant f , on a $(d-f) \approx d$ et $CN(d-f) \approx CNd$

En considérant que d est suffisamment petit, on peut ramener le dénominateur à f^2

On peut alors simplifier:

$$pdc \approx \frac{2 \times C \times N \times d^2}{f^2}$$

Cette formule marche assez bien si la distance de map n'est pas trop grande.

Profondeur de champ (4)

Profondeur de champ à différentes focales mais même cadrage

Suite au commentaire de Francois Marchand je précise un point: à même ouverture et même cadrage la pdc est la même, quelle que soit la focale.

En effet: une courte focale oblige à se rapprocher du sujet, la pdc sera la même qu'avec une focale plus grande qui elle oblige à se reculer.

On peut démontrer cela mathématiquement, la formule du champ horizontal couvert en fonction de la focale et de la distance de mise au point est:

$$\text{largeur de la scène} = \text{largeur du capteur} \times \frac{d}{f}$$

Ainsi, pour un même cadrage la focale f_1 oblige une distance de map d_1 , une focale f_2 induit une distance d_2 et on a: $d_1/f_1 = d_2/f_2$

Avec la formule simplifiée de la pdc on constate que la profondeur de champ est la même:

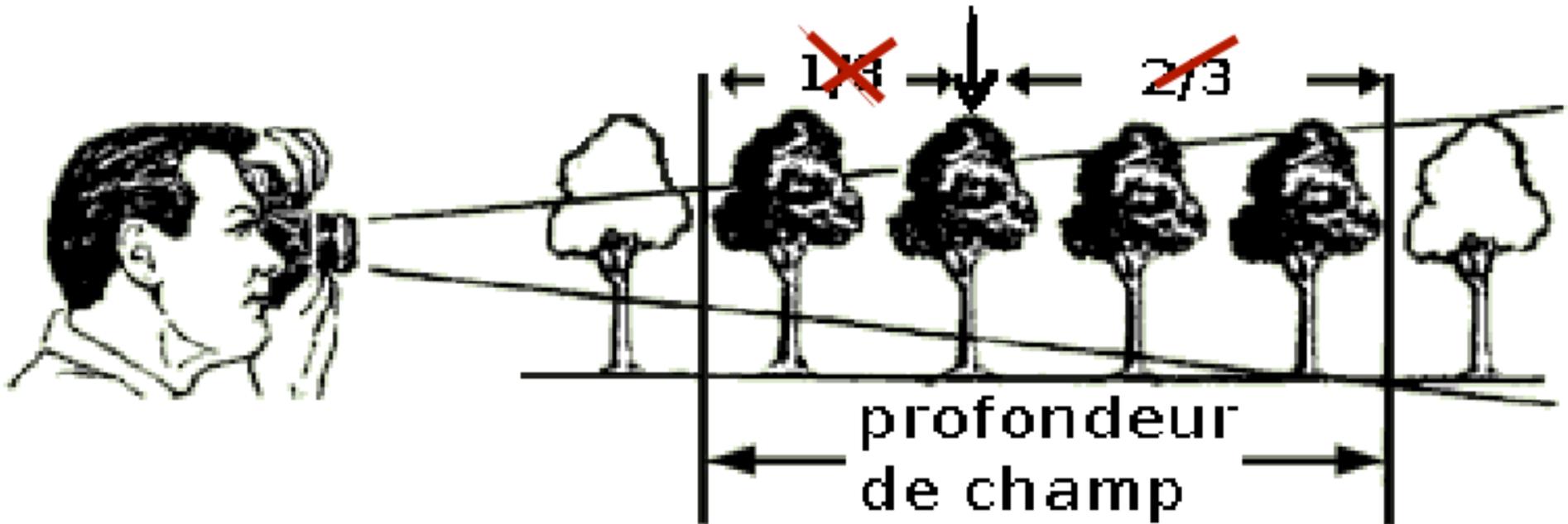
$$\text{pdc} = 2 \times C \times N \times \left(\frac{d_1}{f_1}\right)^2 = 2 \times C \times N \times \left(\frac{d_2}{f_2}\right)^2$$

Néanmoins, le rendu ne sera pas le même: plus la focale est courte et plus les différents plans sembleront éloignés, de même l'image sera moins déformée avec une focale plus longue.

Pour finir, même si l'on peut obtenir une même pdc avec 2 longueurs focales différentes il faut garder à l'esprit que le flou deviendra plus rapidement important avec une longue focale, par exemple si l'on compare deux réglages ($f/5.6$, map à 3m avec une focale de 50mm et à 6m avec une focale de 100mm) qui donnent la même pdc (environ 1m) on constate que 2m derrière le sujet le flou d'arrière plan est 25% plus grand à 100mm.

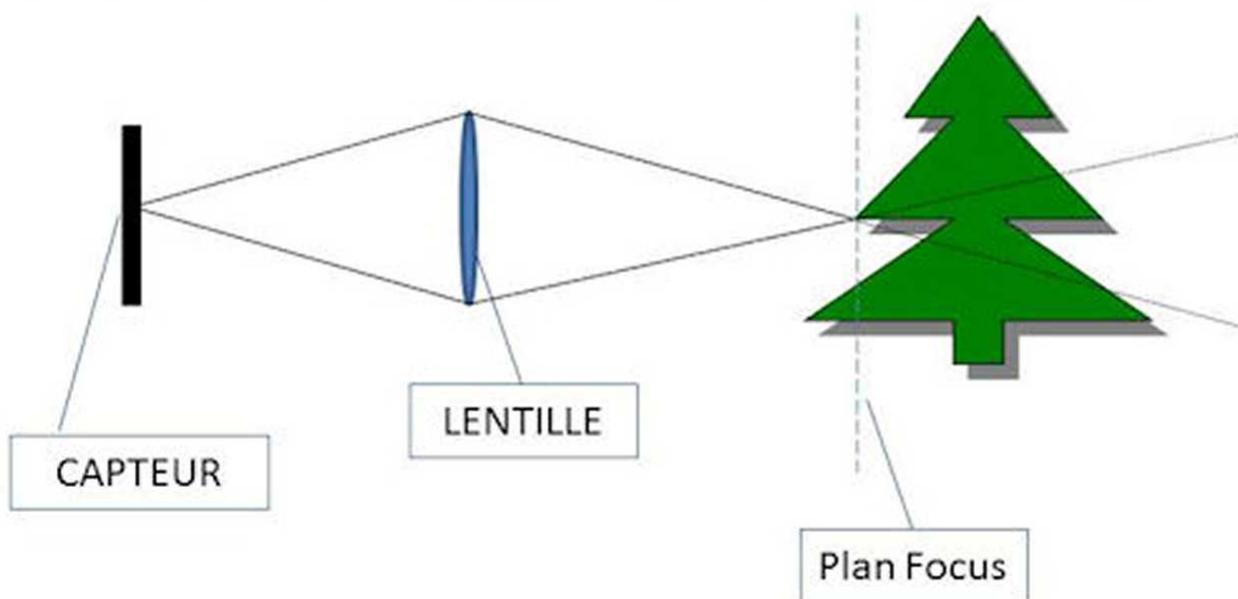
Profondeur de champ (5)

Endroit de la mise
au point (sujet)



PDC – 1/10

- Le but de ces quelques slides est de présenter différentes méthodes pour gérer la Profondeur De Champ (PDC) lors de la prise de vue.
- Avec le dessin suivant, nous avons fait le focus sur la pointe de l'arbre:



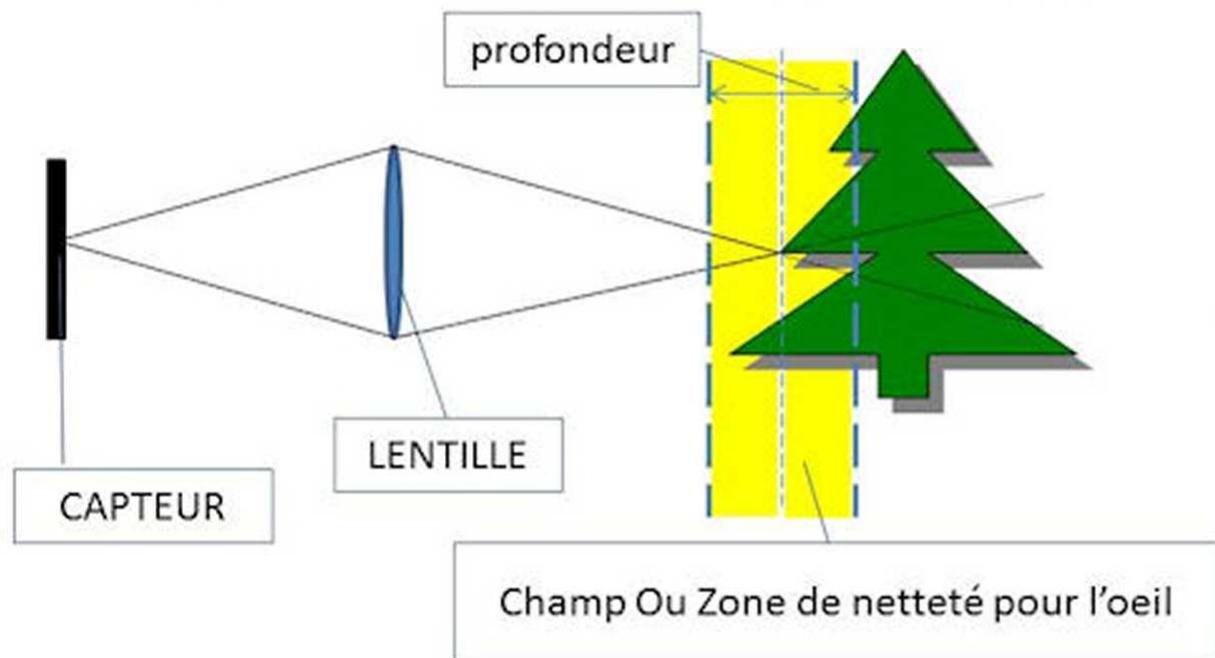
Tous les points qui sont situés sur le plan focus seront considérés comme nets

or

l'œil humain possède une certaine zone de latitude avant de considérer une zone floue

PDC – 2/10

- En introduisant cette zone de netteté, on obtient le schéma suivant:



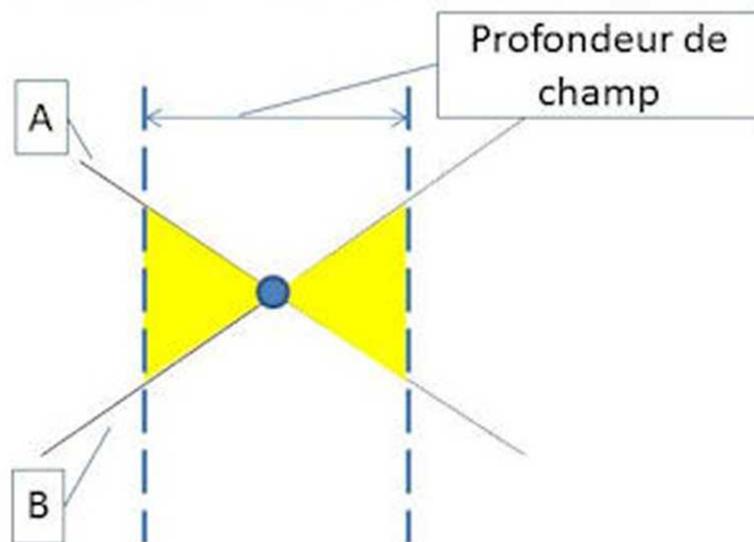
La PDC est donc la zone
jaune devant et derrière
ce point.

Pour la logique de la démonstration, on ne considère qu'un seul point (en réalité une
infinité dans le volume jaune).

La seule notion d'optique est celle présentée. D'un point partent deux rayons vers
une lentille, qui ensuite se recomposent sur le capteur.

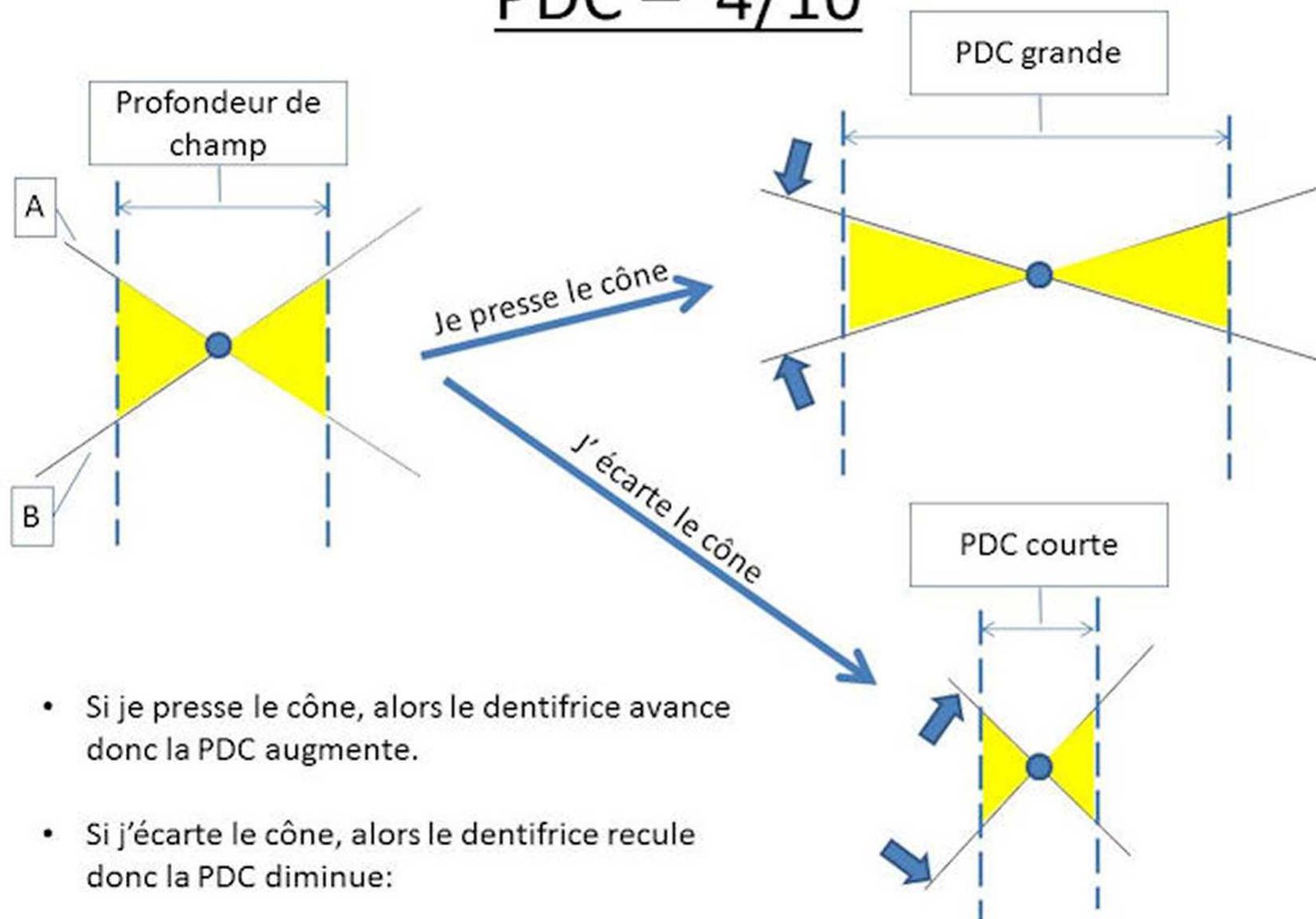
PDC – 3/10

- Effectuons un zoom sur le point et admettons deux choses pour la démonstration:
 - On ne considère que le volume jaune dans les cônes délimité par les deux lignes optiques A et B
 - La partie est remplie de dentifrice et la quantité est fixe.



Alors maintenant on va essayer de faire bouger le dentifrice (bord gauche et droit)
donc de faire varier la PDC (plus petite, plus grande)...

PDC – 4/10



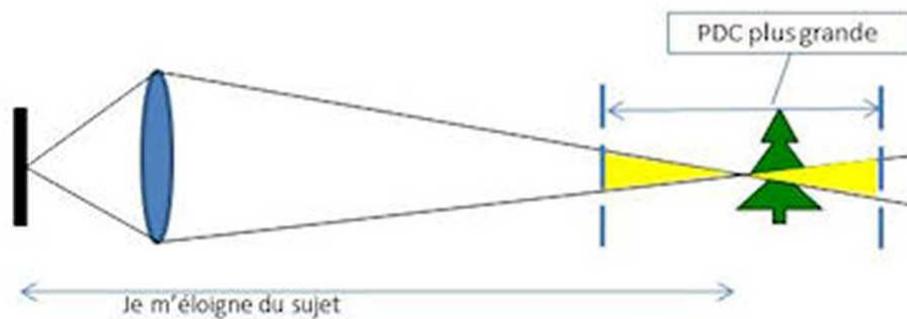
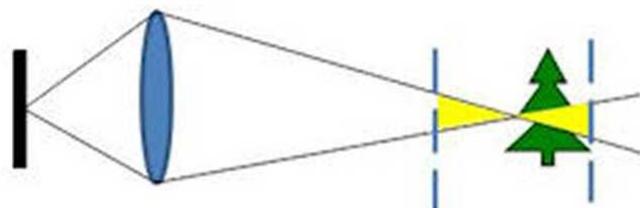
PDC – 5/10

- Mais revenons à nos moutons et voyons comment appliquer cela lors d'une prise de vue.
- Il existe trois moyens de jouer avec la PDC:
 - La distance par rapport au sujet photographié
 - La focal utilisée
 - Le diaphragme (f/stop) utilisé

Voyons comment se comporte notre cône de dentifrice dans chacun des trois cas

PDC – 6/10

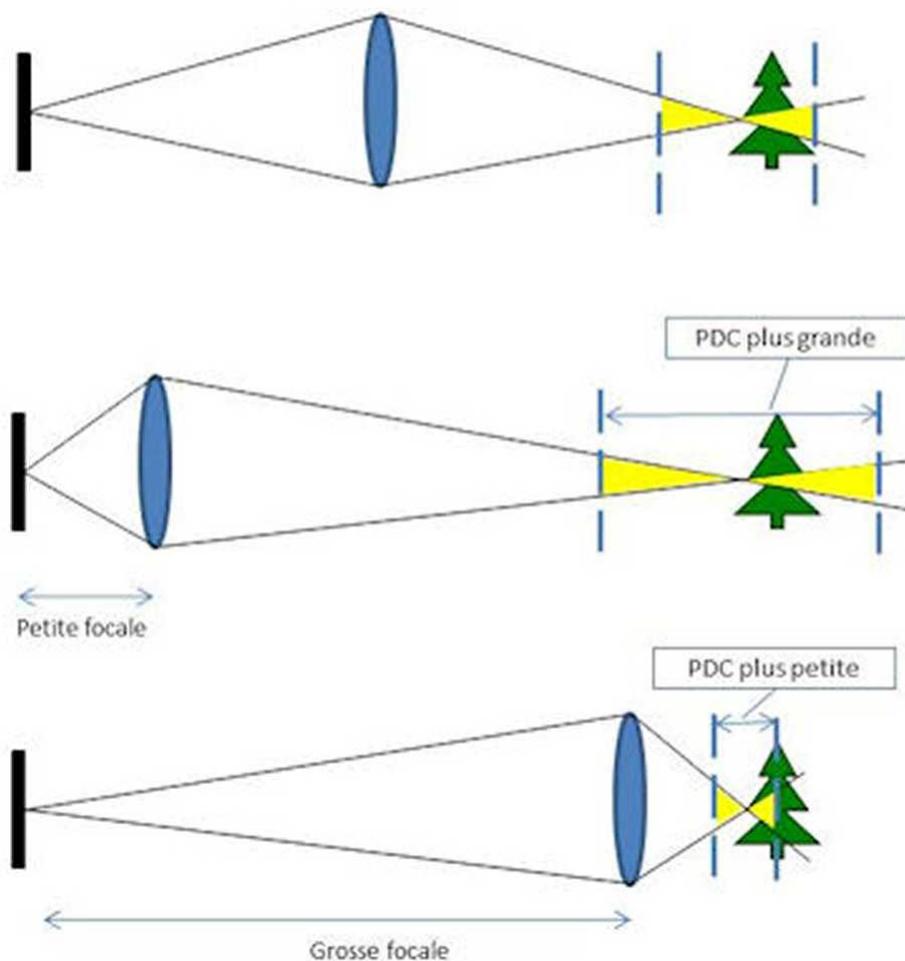
- Distance par rapport au sujet



- Je m'éloigne donc l'ouverture du cône est plus petite -> le diaphragme avance (on le presse) -> la PDC est plus grande
- Je me rapproche donc l'ouverture du cône est plus grande -> le diaphragme recule -> la PDC est plus petite

PDC – 7/10

- Changement de focale:



- Avec une petite focale, la lentille est loin donc l'ouverture du cône est plus petite, le dentifrice avance (on le presse)

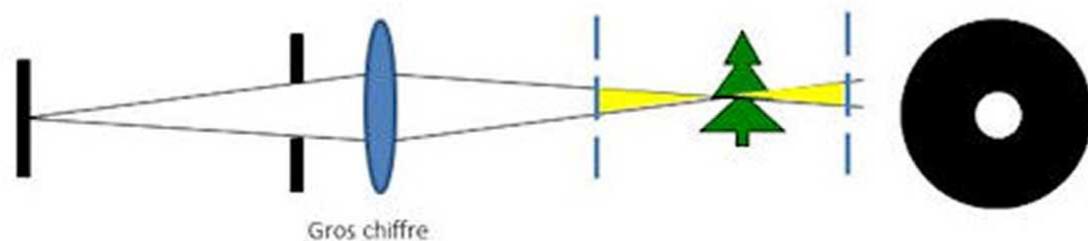
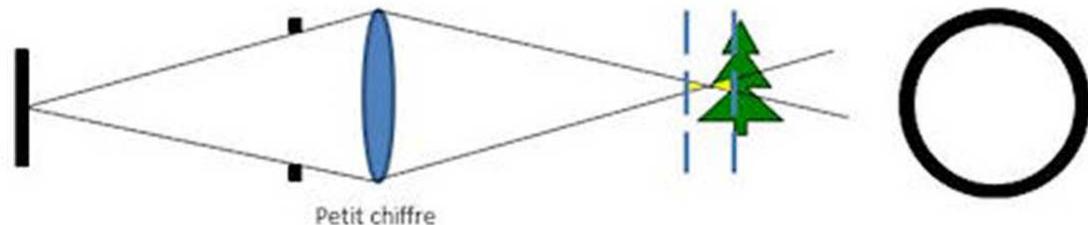
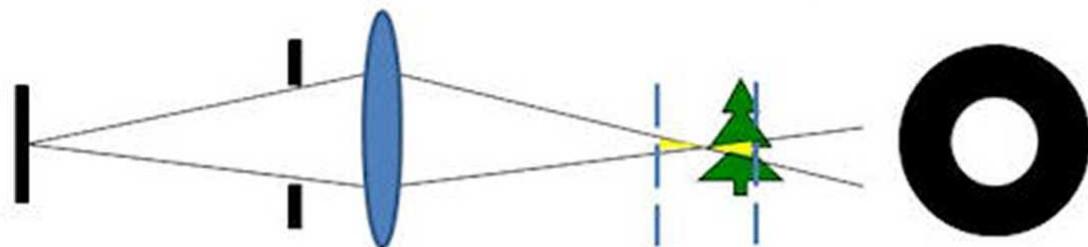
PDC plus grande

- Avec une grosse focale, la lentille est près donc l'ouverture du cône est plus grande, le dentifrice recule

PDC plus petite

PDC – 8/10

- Changement de diaphragme (f/stop):



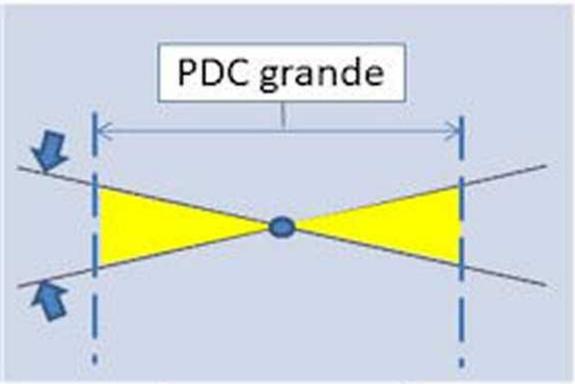
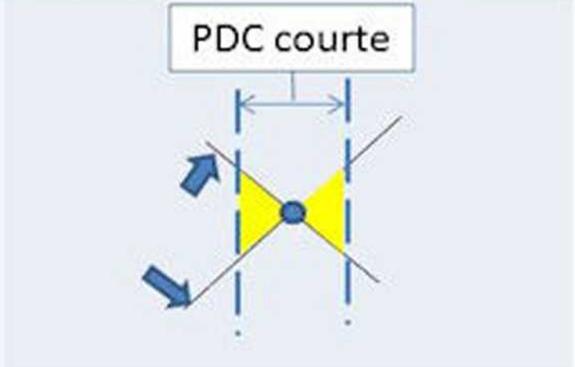
- Avec un petit chiffre, l'ouverture du cône est plus grande, le dentifrice recule
PDC plus petite
- Avec un gros chiffre, l'ouverture du cône est plus petite, le dentifrice avance (on le presse)
PDC plus grande

PDC – 9/10

- Les notions présentées dans ces slide n'ont pour but que de faire sentir comment la PDC peut varier lors d'une prise de vue
- Les distances représentées ne sont en aucun cas conformes a la réalité optique en terme de zone de netteté etc etc. Seul le mécanisme de variation de la PDC reste valable.
- Vous l'aurez de vous-même compris, lors de la prise d'un paysage la distance sujet est très grande donc les autres paramètres ont peu d'influences (sauf pour augmenter la zone de netteté du premier plan avec le diaph, on parle dans ce cas d'Hyperfocale)
- De même pour un portrait, c'est en jouant sur la PDC et en se rapprochant (par la focale ou la distance) que l'on va pouvoir isoler son sujet donc lui donner de la force (on parle dans ce cas d'un BOKEH pour le flou en arrière plan)

Allez on en a fini et le dernier slide synthétise toutes les notions abordees...

PDC – 10/10

Distance sujet	focale	Diaph (f/stop)	
Grande	Courte (grand angle)	Gros chiffre	 <p>The diagram shows a lens with a wide field of view. Light rays from a distant subject enter from the left, pass through the lens, and converge at a focal point. The depth of field is indicated by a wide horizontal double-headed arrow labeled 'PDC grande'. Blue arrows point towards the lens from the left, representing the subject's distance.</p>
Petite	Longue (zoom)	Petit chiffre	 <p>The diagram shows a lens with a narrow field of view. Light rays from a subject enter from the left, pass through the lens, and converge at a focal point. The depth of field is indicated by a narrow horizontal double-headed arrow labeled 'PDC courte'. Blue arrows point towards the lens from the left, representing the subject's distance.</p>

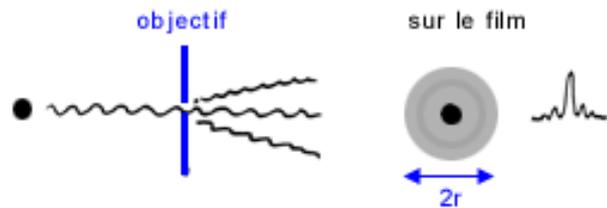
Merci d'avoir suivi et bonne lecture.

Toutes les notions abordées dans ces slides, m'ont été inspirées par différents tutos sur net et en particulier pour le dentifrice celui d'un américain (Dylan Benett sur Youtube).

La diffraction

C'est un phénomène physique dû au caractère ondulatoire de la lumière et qui va créer un flou sur l'image

La Diffraction

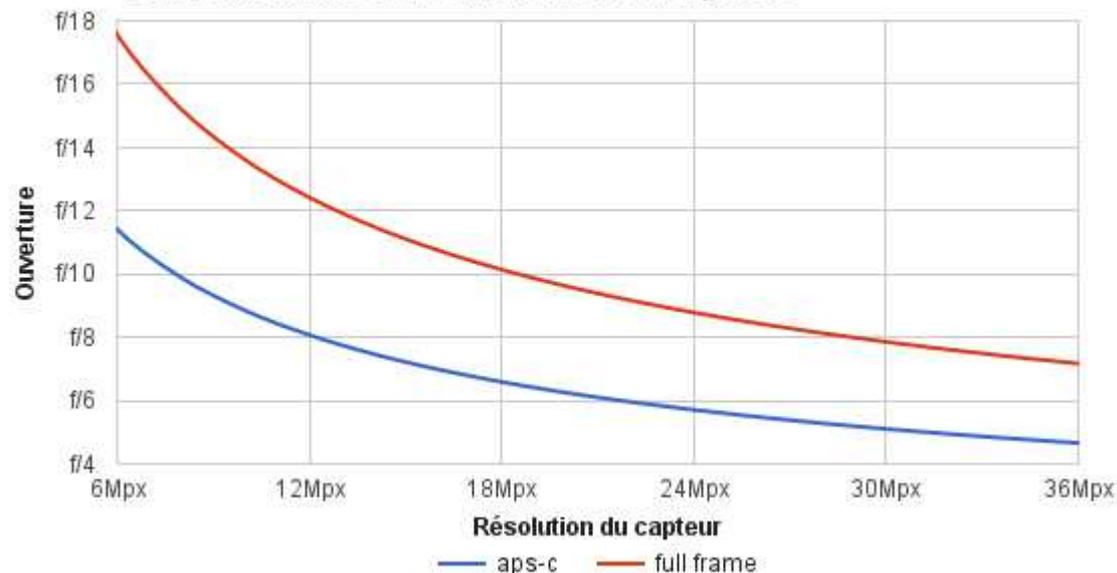


$$r = 1,22 \times W \times N$$

où W : longueur d'onde et N : valeur du diaphragme



Ouverture limite donnant un flou sur 2 pixels

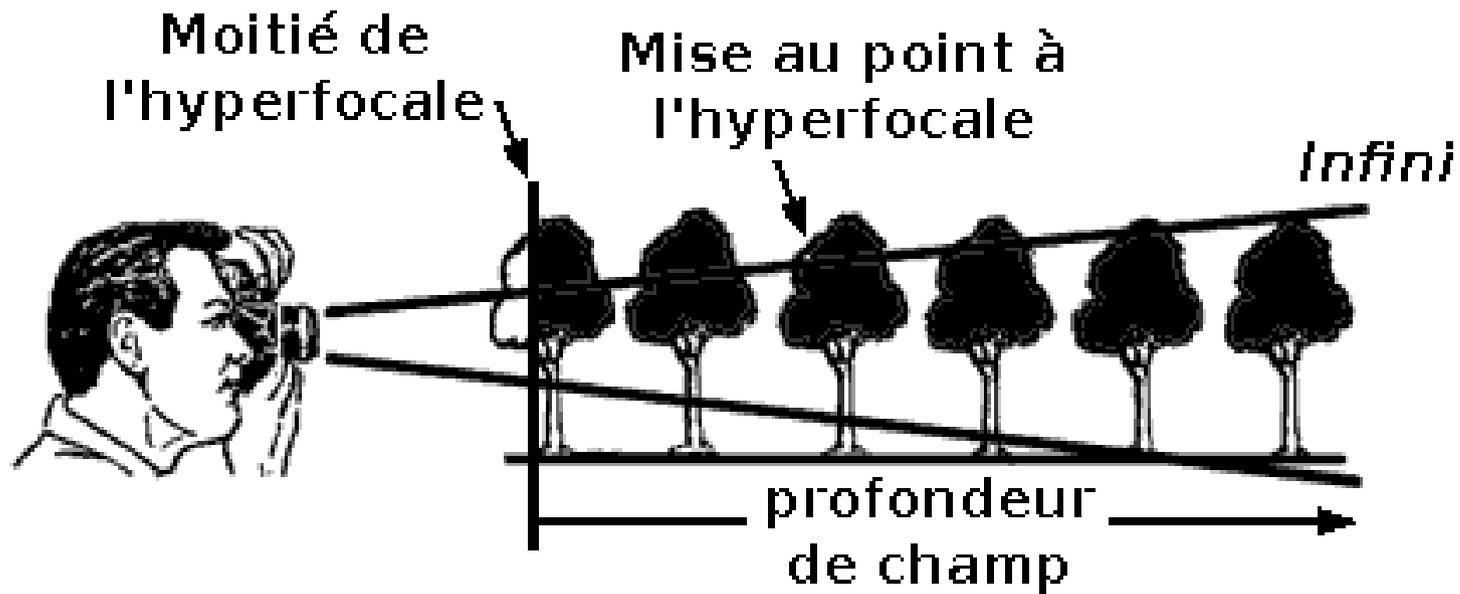


Conclusion intermédiaire

plus on ferme le diaphragme, plus on a de profondeur de champ, moins on a de vignettage et moins on a d'aberrations géométriques et chromatiques.

Mais on a moins de lumière et un autre problème va rendre nos photos moins nettes : la diffraction

L'hyperfocale (1)

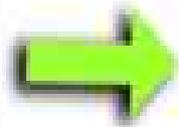


L'hyperfocale (2)

L'échelle de profondeur de champ : Comment se régler sur l'hyperfocale ?



Nombre d'ouverture du diaphragme de l'objectif effectif, en face du trait rouge



Distance de mise au point réglée sur l'objectif à lire en face du trait rouge



Distance du dernier plan net à lire en face du repère (trait blanc) correspondant du nombre d'ouverture entouré en vert.

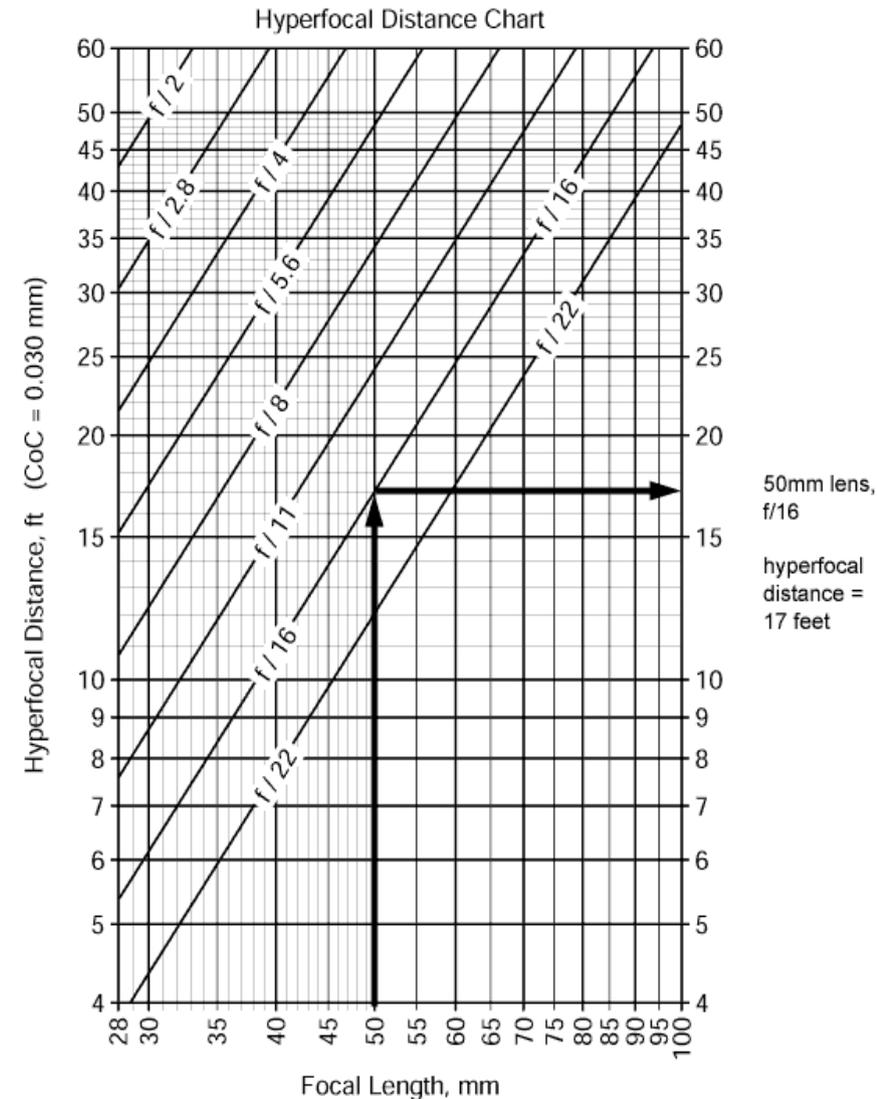


Distance du premier plan net à lire en face du repère correspondant à la valeur de diaphragme réglée (entouré en vert)



Calculer la PDC et l'hyperfocale

Profondeur de champ en macro (en mm, pour un cercle de confusion de 0,01 mm)													
Grandis.	2:1	1,5:1	1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,5	1:1,7	1:2	1:2,5	1:3	1:4	1:5
Ouverture													
f/1	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12	0,18	0,24	0,40	0,60
f/1,4	0,02	0,03	0,06	0,06	0,07	0,08	0,11	0,13	0,17	0,25	0,34	0,56	0,84
f/2	0,03	0,04	0,08	0,09	0,11	0,12	0,15	0,18	0,24	0,35	0,48	0,80	1,20
f/2,8	0,04	0,06	0,11	0,13	0,15	0,17	0,21	0,26	0,34	0,49	0,67	1,12	1,68
f/4	0,06	0,09	0,16	0,18	0,21	0,24	0,30	0,37	0,48	0,70	0,96	1,60	2,40
f/5,6	0,08	0,12	0,22	0,26	0,30	0,33	0,42	0,51	0,67	0,98	1,34	2,24	3,36
f/8	0,12	0,18	0,32	0,37	0,42	0,48	0,60	0,73	0,96	1,40	1,92	3,20	4,80
f/11	0,17	0,24	0,44	0,51	0,58	0,66	0,83	1,01	1,32	1,93	2,64	4,40	6,60
f/16	0,24	0,36	0,64	0,74	0,84	0,96	1,20	1,47	1,92	2,80	3,84	6,40	9,60
f/22	0,33	0,49	0,88	1,02	1,16	1,32	1,65	2,02	2,64	3,85	5,28	8,80	13,20
f/32	0,48	0,71	1,28	1,48	1,69	1,91	2,40	2,94	3,84	5,60	7,68	12,80	19,20



<http://www.dofmaster.com>

/

L'hyperfocale (3)

Formule permettant de calculer la distance hyperfocale H :

F étant la longueur focale de l'objectif, en cm

N la valeur du diaphragme

e la tolérance de netteté admise, en cm

Distance hyperfocale H en mm = $F \times F / N \times 1/e$

		Focale														
		7,5	15	17	20	24	28	35	40	50	85	135	200	300	400	500
Ouverture	1,2	1,6	6,3	8,0	11,1	16,0	21,8	34,0	44,4	69,4	201	506	1111	2500	4444	6944
	1,4	1,3	5,4	6,9	9,5	13,7	18,7	29,2	38,1	59,5	172	434	952	2143	3810	5952
	1,8	1,0	4,2	5,4	7,4	10,7	14,5	22,7	29,6	46,3	134	338	741	1667	2963	4630
	2	0,9	3,8	4,8	6,7	9,6	13,1	20,4	26,7	41,7	120	304	667	1500	2667	4167
	2,8	0,7	2,7	3,4	4,8	6,9	9,3	14,6	19,0	29,8	86	217	476	1071	1905	2976
	4	0,5	1,9	2,4	3,3	4,8	6,5	10,2	13,3	20,8	60	152	333	750	1333	2083
	5,6	0,3	1,3	1,7	2,4	3,4	4,7	7,3	9,5	14,9	43	109	238	536	952	1488
	8	0,2	0,9	1,2	1,7	2,4	3,3	5,1	6,7	10,4	30	76	167	375	667	1042
	11	0,2	0,7	0,9	1,2	1,7	2,4	3,7	4,8	7,6	22	55	121	273	485	758
	16	0,1	0,5	0,6	0,8	1,2	1,6	2,6	3,3	5,2	15	38	83	188	333	521
	22	0,1	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2	1,9	2,4	3,8	11	28	61	136	242	379
	32	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,3	1,7	2,6	8	19	42	94	167	260

L'hyperfocale

La difficulté c'est de pouvoir manipuler son objectif par rapport à une distance mais comme nous pouvons le constater le réglage des distances en manuel n'est pas facile, par exemple régler 5.7 m pour un F50 mm à f/22 c'est pratiquement impossible avec nos optiques modernes : la course de la mise au point est très courte et les indications sur l'optique sont beaucoup trop imprécises, déjà entre l'infini et 3 mètres c'est pas évident alors 5.70 m !

A/ Personnellement, Je fais une photo sur l'infini puis sur mon cadran de boîtier j'agrandis 5/6 fois l'image avec + je repère le lieu où le flou débute



B / Puis je refais la mise au point en visant ce lieu que l'on appellera l'hyperfocale et je la met en mémoire, je cadre et je shoot

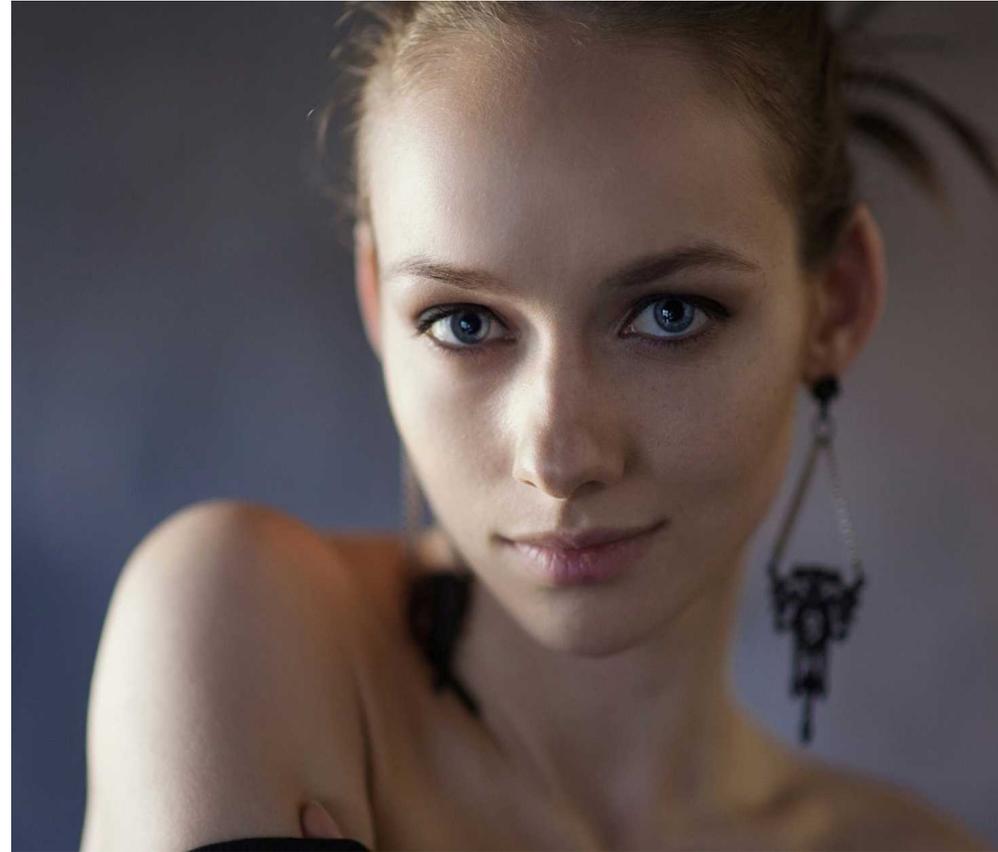


C / Puis je vérifie à nouveau sur l'écran du boîtier pour voir si la netteté la plus proche correspond à ce que je souhaite

D / Si je ne suis pas satisfait, je change de diaph (toujours +/- 2 diaph) et je recommence en A...

Il faut se souvenir que la PDC évolue assez peu sur les grandes ouvertures : f/2.8, f/4, f/5.6 et beaucoup plus sur les faibles ouvertures f/11, f/16 et f/22

Exemples : PDC courte



Exemples : PDC courte (bokeh)



Exemple : paysage



Pour vous entraîner

<http://dofsimulator.net/en/>

Info Changelog Contact Help mode Guide Fullscreen mode Offline version

Mobile version **Bokeh simulator & depth of field calculator** Donate

Configuration Link Reset ? Simulation Optimal f-number: f/43.0 (0.058mm / 832 lines / 1.0Mpix) ?

Distance units: Metric Imperial

Appearance

Model: Woman 1 (1.70m) Background: Paris* Orientation: Portrait Landscape

Lens

f=487.1 mm 24 35 55 75 110 150 215 300mm

f/8 1 1.4 2 2.8 4 5.6 8 11 16 22 32 45 64

diffraction Camera model Video 16:9

Sensor size Sensor size: 11x14" crop: 1.00x

Position

Distance: 174.6 cm = 1.75m Const. distance to background

0.5 3 5 8 10 13 15 18 20 23 25m

Background: 4,154.6cm = 41.55m Background scaling

1 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50m

Framing

Lock frame Constant focal length Constant distance

Face Portrait Medium shot American shot Full shot

Saved settings + Add ?

Focal length	Aperture	Sensor	Distance	Background	Remove
No saved settings					

Simulation

Background blur: 1.770mm / 27 lines / 0.0Mpix ←

Diffraction: 0.002mm / >12,000 lines / >200Mpix

Bokeh simulation



Author of models drawings: Denis Cristo
Source of background photo: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:View_from_eiffel_tower_2nd_level.jpg
author: Wjh31, licence: public domain

Depth of field 2.95m - 3.05m (10.2cm) ?

Ce qu'il faut retenir

Le diaphragme est un robinet à lumière qui va contrôler la quantité de lumière qui entre dans l'appareil

Il permet de régler la profondeur de champ : plus il est ouvert, plus la profondeur de champ diminue, plus il est fermé, plus elle augmente.

Il permet, plus on le ferme, de limiter les défauts de l'optique.

Plus on le ferme, plus la diffraction augmente et diminue le piqué, c'est pour cette raison qu'il faut limiter, si on le peu, les ouvertures « inférieures » à $f/11$