

CAMÉRAS ZWO (et autres) AVEC PETITS CAPTEURS

MOINS DE 700\$

Choix de CAMÉRAS MONOCHROMES

Les commentaires sont, pour partie, tirés de l'article d'Albéric de Bonnevie (*AdB*), paru dans le numéro de mai 2019 de la revue « L'astronomie », de la Société Astronomique de France.

Article en cours de rédaction.

Signification des icônes et vocabulaire

Amp glow :

Signal électrique parasite généré par les amplificateurs électroniques intégrés dans le capteur.



Full well :

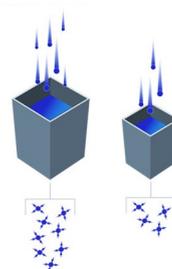


Full well
13000e

Nombre de charges qu'un pixel individuel peut stocker avant de saturer.

Dans l'illustration : analogie avec le nombre de gouttes d'eau que deux récipients sont capables de contenir avant de déborder.

Plus le nombre est important mieux c'est.



ADC :



ADC
12bit

Convertisseur Analogique → numérique.

Chaque pixel contient une charge électrique que l'on doit convertir en un nombre codé sur 8, 10, 12, 14 bits (ou plus) pour pouvoir le traiter informatiquement.

QE : (quantum efficiency)



QE
80%

Rendement quantique : l'efficacité avec laquelle un capteur transforme les photons en électrons, en pourcent.

Plus cette valeur est grande et plus le capteur est efficace.

Lecture : <http://www.avex-asso.org/forum/viewtopic.php?t=2466>

Read noise :



Read Noise
4.0e

Bruit de lecture (en électrons).

Il s'agit d'un courant parasite généré par les opérations de récupération des électrons contenus dans les pixels.

Plus cette valeur est faible, meilleur c'est.

Sensor :

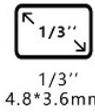


Sensor
AR0130CS

Technologie du capteur (CCD ou CMOS).

Désignation de celui-ci. Ici : AR0130CS

Les noms qui commencent par IMX désignent des capteurs de marque

Diagonale et dimensions:	 1/3" 4.8*3.6mm	<p>Sony et de conception récente.</p> <p>Taille de l'image selon deux logiques de définition. La première indication (exemple 1/3 ``) définit la taille de la diagonale du capteur, selon une logique difficile à comprendre. La seconde, donnant la longueur et la largeur en millimètres, est plus facile à interpréter.</p>
Résolution :	 Resolution 1280*960	<p>Nombre de pixels dans le sens de la longueur * nombre de pixels dans le sens de la largeur.</p>
FPS	 FPS 35	<p>Nombre d'images par seconde en mode vidéo (et en fonction de la définition).</p>
USB	 USB 2.0	<p>Norme utilisée pour la transmission des données. USB 2 est plus favorable si l'on utilise un ordinateur peu puissant. Mais cela suppose que les images sont petites (ou le débit vidéo faible). USB 3 va plus vite mais il faut un ordinateur récent.</p>
Pixel Size :	 Pixel Size 3.75µm	<p>Taille d'un pixel en micromètres (on suppose que les pixels sont carrés). <i>(On devrait utiliser plutôt le terme de photo-site).</i> Dans le cas des capteurs monochromes, sans matrice de Bayer, la totalité du photosite est active.</p>
Binning :		<p>Technique consistant à associer plusieurs pixels voisins afin de gagner en sensibilité (perdant, dans le même temps, de la définition). Le binning matériel, réalisé au moment du transfert de charges, ne serait pas possible avec les capteurs présentés ici (sauf l'IMX174 ? À vérifier). Dans ce cas, on réalise un binning logiciel qui présente peu d'intérêt.</p>

Fiches récapitulant les informations disponibles

Chaque fiche comprend :

- La désignation de la caméra par le fabricant.
- L'adresse du site de celui-ci où la caméra est présentée.
- Le prix, en dollars, si l'on achète directement chez ZWO. Ce prix n'intègre pas les droits de douane éventuels.
- Un récapitulatif visuel des caractéristiques de la caméra, sous la forme d'un tableau d'icônes.
- Divers compléments et commentaires.
- Une représentation du champ couvert :
 - . dans les Pléiades, avec une lunette courte de 400 mm de focale,
 - . dans la Lune avec le Maksutov 127 x 1500.

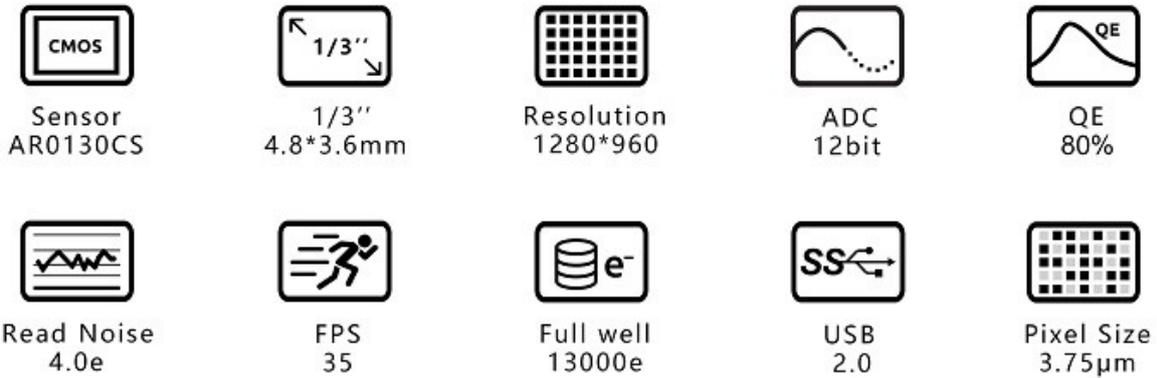
Compléments et annexes

1. Petits capteurs à surveiller : nouveaux produits, apportant des possibilités intéressantes pour nous.
2. Nouveaux capteur Sony connus ou annoncés.
3. Liste de revendeurs de caméras.
4. Tableau récapitulant ce qui est connu de divers capteurs.

ASI120MM-s

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi120mm-s>

179 \$



Positif

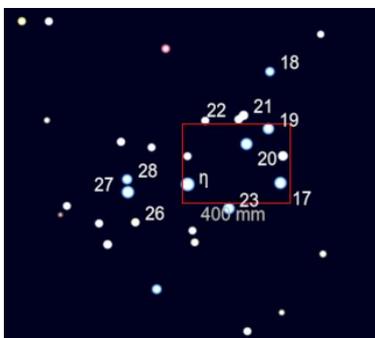
Un des moins chers.
Petits fichiers.
USB 2

Négatif

Bruit de lecture trop élevé.
Capteur de conception plus ancienne.
Couvre un champ réduit.

Compléments

....



Remarques

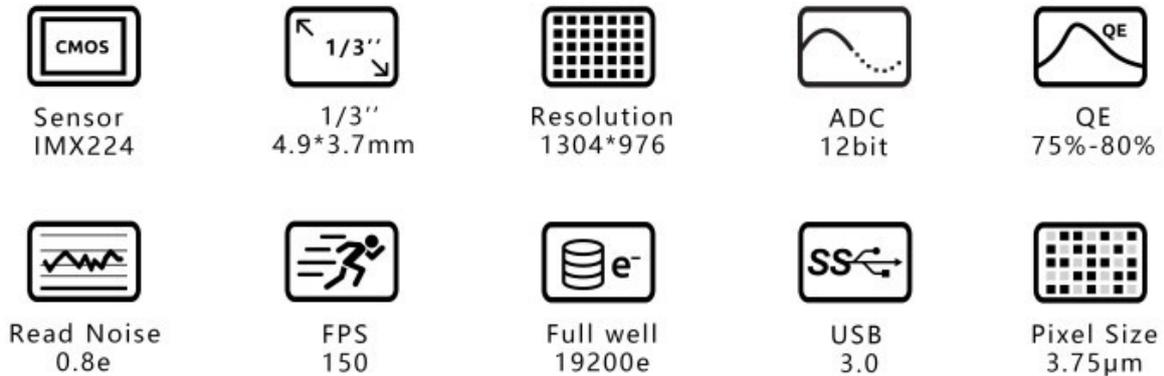
Jean-Louis Betoule a utilisé une caméra de la série AZI120 pour réaliser une vidéo du ciel d'une nuit.

Voir sur le site de l'AAI : <http://aai.free-hosting.fr/Images-d-une-nuit.html>

ASI224MC couleur

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi224mc>

249 \$



Positif

Le meilleur capteur couleur planétaire (avec son grand frère l'IMX 385) *d'après AdB*.

Pour les poses de quelques secondes on peut se passer de refroidissement.

Petits fichiers : 2 Mo.

Pixels assez gros.

Négatif

Un amp glow (signal d'électro luminescence parasite) sensible (mais moins que l'IMX174).
Préférer la caméra QHYCCD à la ZWO *d'après AdB*.

Seulement couleur.

Couvre un champ réduit.

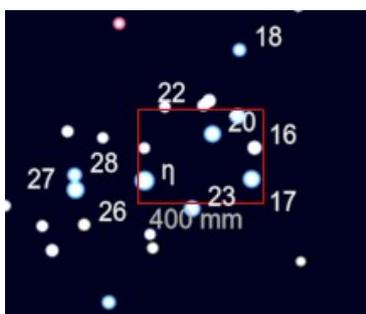
Compléments

Une longue série d'images de la Lune, faites avec un C8 (avec et sans Barlow) :

<https://www.webastro.net/forums/topic/172842-lune-du-15-avril-2019-c8-asi224/?tab=comments#comment-2655961>

Importance du filtre infrarouge avec une caméra couleur pour le planétaire : <https://www.planetary-astronomy-and-imaging.com/asi224mc-filtre-ir-cut/>

Échantillonnage et binning : <https://www.planetary-astronomy-and-imaging.com/asi224mc-echantillonnage/>



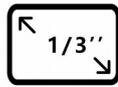
ASI290MM

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi290mm>

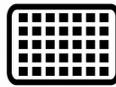
369 \$



Sensor
IMX290



1/3"
5.6*3.2mm



Resolution
1936*1096



ADC
12bit



QE
80%



Read Noise
1.0e



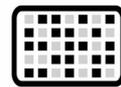
FPS
170



Full well
14600e



USB
3.0



Pixel Size
2.9µm

Positif

Faible amp glow (signal d'électro luminescence parasite).
Refroidissement non nécessaire pour des poses de moins de 10 secondes.
Ouvertures F/6 à F/20 : le plus polyvalent malgré son format 16/9.
Petits fichiers : 2 Mo.

Négatif

Format 16/9
Couvre un champ réduit.

Compléments

Serait meilleure pour les photos de la Lune que l'ASI 224C (pas de matrice de Bayer).
Voir <https://www.webastro.net/forums/topic/172842-lune-du-15-avril-2019-c8-asi224/?tab=comments#comment-2655961> Silver-frog.



Caméra de guidage sur le même capteur

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi290mm-mini-mono>

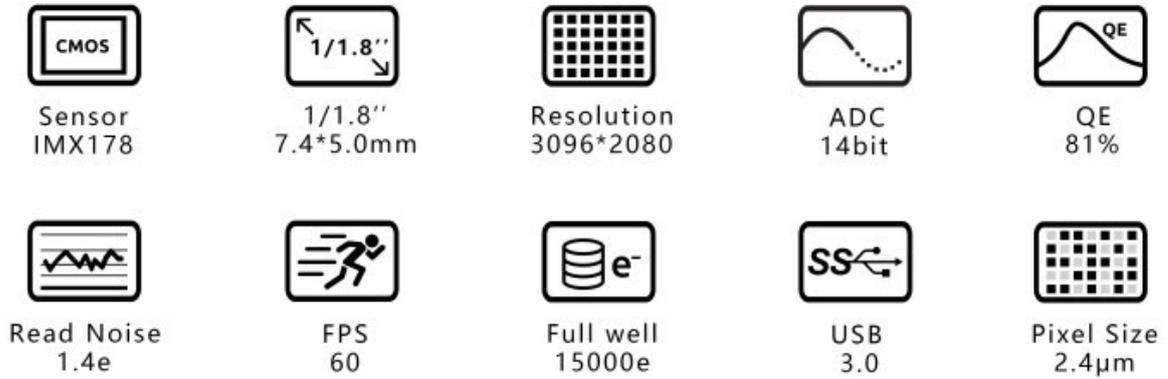
299,00 dollars

Moins performante en mode vidéo. Lire la fiche en ligne.

ASI178MM

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi178mm-mono>

369 \$

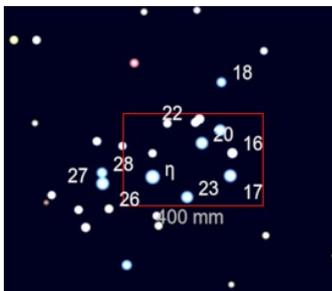


Positif

Faible amp glow (signal d'électro luminescence parasite).
Refroidissement non nécessaire pour des poses de moins de 10 secondes.

Négatif

Pixels petits : préférer les ouvertures relatives importantes (F/4 à F/6 par exemple : lunettes, télescopes de Newton, Richey-Chrétien).
Les Maksutov ouverts à F/15, les Célestron avec Barlow ne sont pas les meilleurs choix.
Gros fichiers : 6 Mo.



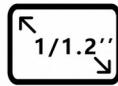
ASI174MM

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi174mm>

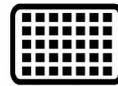
599 \$



Sensor
IMX174



1/1.2"
11.3*7.1mm



Resolution
1936*1216



ADC
12bit



QE
77%



Read Noise
3.5e



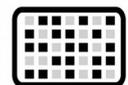
FPS
164



Full well
32000e



USB
3.0



Pixel Size
5.86µm

Positif

Gros pixels. Adapté aux rapports d'ouverture importants : Maksutov, Cassegrains, lunettes avec Barlow.

Sensible. Petits fichiers.

Négatif

De la trame.

Courant de dark élevé : il vaut mieux acheter la version refroidie, qui est plus chère, pour les poses de plus de 3 secondes.

Amp glow (signal d'électro luminescence parasite) important.

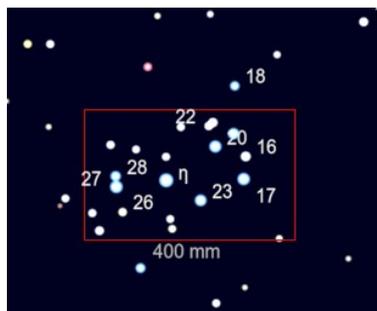
La version QHYCCD dispose d'un excellent système anti amp glow *d'après AdB*.

Coûteux.

Compléments sur le réseau internet

Une évaluation de la version refroidie QHYCCD QHY174 M *par AdB* :

<https://www.webastro.net/forums/topic/146765-evaluation-de-la-qhyccd-qhy174-m-monochrome-refroidie-imx-174/>



Caméra de guidage, sur le même capteur

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi174mm-mini-mono>

499,00 dollars

Moins performante : lire la fiche descriptive avant de commander.

Documentation sur ce capteur

<https://fr.ids-imaging.com/sony-imx174.html>

https://www.1stvision.com/cameras/sensor_specs/IMX174.pdf

Autres caméras avec le même capteur

ZWO ASI174MM-Cool (version refroidie : 899 dollars)

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi-174mm-cool>

BASLER acA1920-155um

<https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/aca1920-155um/>

<http://www.ni.com/fr-fr/support/model.aca1920-155um.html>

ALTAIR Hypercam IMX174

<https://skyvision.fr/boutique/imagerie/autoguidage/camera-mono-altair-hypercam-imx174-usb3-0/>

RISING CAM

<https://fr.aliexpress.com/item/2-3MP-USB3-0-IMX174-1000s-long-exposure-astronomical-telescope-camera-with-Sony-CMOS-sensor-and/32810404518.html>

QHYCCD QHY174...

Voir cette page :

<https://www.qhyccd.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=94&id=46&cut=1>

Voir également les pages de manuel, ici :

<https://www.qhyccd.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=30&id=143>

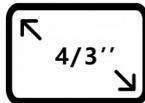
ASI294MC couleur

<https://astronomy-imaging-camera.com/product-category/planetary-cameras>

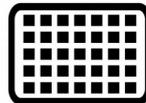
699 \$



Sensor
IMX294



4/3"
19.1*13.0mm



Resolution
4144*2822



ADC
14bit



Read Noise
1.2e



FPS
19



Full well
63700e



USB
3.0

Remarque

On sort de la catégorie des capteurs monochromes.

Positif

Grand avec de gros pixels : 4,63 micromètres (taille équivalente à ceux des APN).

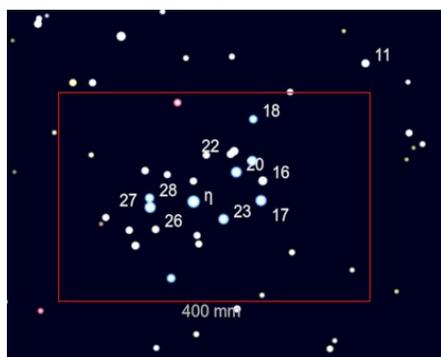
Adapté aux rapports d'ouverture importants : Maksutov, Cassegrains, lunettes avec Barlow.
Récent.

Amp glow (signal d'électro luminescence parasite) modéré.

Négatif

Grosses images : 11,7 mo

Seulement couleur. Plus coûteux.



Complément : version refroidie.

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi294mc-pro-color>

999,00 dollars

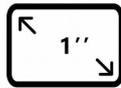
ASI183MM

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi183mm-mono>

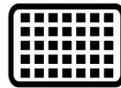
699 \$



Sensor
IMX183



1"
13.2*8.8mm



Resolution
5496*3672



ADC
12bit



QE
84%



Read Noise
1.6e



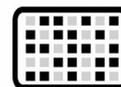
FPS
19



Full well
15000e



USB
3.0



Pixel Size
2.4µm

Remarque

On sort de la catégorie des petits capteurs.

Les pixels étant petits, préférer les objectifs ouverts (F/4 à F/6 par exemple : lunettes, télescopes de Newton, Richtey-Chrézien). Les Maksutov ouverts à F/15, les Célestron avec Barlow ne sont pas les meilleurs choix.

Positif

Amp glow (signal d'électro luminescence parasite) faible.

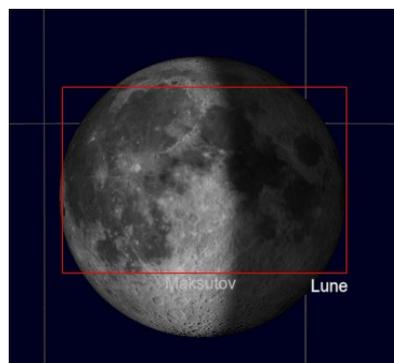
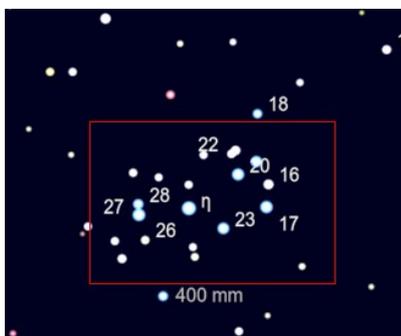
Rendement quantique très élevé.

Négatif

Grosses images : 20 Mo

USB 3

Plus coûteux.



Complément : version refroidie.

<https://astronomy-imaging-camera.com/product/asi183mm-pro-mono>

999,00 dollars

Une page qui rassemble des liens autour de cette caméras (tests, versions de différentes marques, réponses diverses sur un forum...). Voir <https://www.webastro.net/forums/topic/173169-topic-unique-cam%C3%A9ras-%C3%A0-base-dimx183-toutes-les-infos/>

« petits » capteurs à surveiller

IMX390

Un peu plus grand que l'IMX290.

(Pixels de 3 micromètres - plus efficaces que ceux du 290 -image plus lourde : 2,3 Mo).

https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sensor4/images/flyer/IMX390.pdf

Développé pour équiper les véhicules d'une aide à la conduite automobile (ADAS).

On ne sait pas à l'heure actuelle s'il existera une version monochrome, et même si une caméra astro sera proposée à partir de ce capteur.

IMX490

Serait une version nettement agrandie de l'IMX290.

(Pixels de 3 micromètres - plus efficaces que ceux du 290 -image plus lourde : 5,4 Mo).

Voir une page de présentation simplifiée (en anglais) :

https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sensor4/images/flyer/IMX490.pdf

Développé pour équiper les véhicules d'une aide à la conduite automobile (ADAS).

On ne sait pas à l'heure actuelle s'il existera une version monochrome.

<https://www.tomshardware.fr/sony-capteur-voitures-autonomes-imx490/>

Voir également un forum chez Zwo fréquenté par des francophones : <https://bbs.astronomy-imaging-camera.com/viewtopic.php?t=8437>

Divers : nouveaux capteurs Sony.

Plus petits : https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sensor4/index.html

Plus grand :

https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sensor2/products/index.html

Liste (incomplète...) de revendeurs:

(Pas de volonté d'éviction : ils sont ajoutés quand j'en découvre de nouveaux).

La clé des étoiles :	https://laclefdesetoiles.com/51-cameras-ccd
La maison de l'astronomie :	https://www.maison-astronomie.com/93-webcams-et-cameras-ccd
Optique Unterlinden :	https://www.telescopes-et-accessoires.fr/fr/65-cameras
Pierro Astro:	https://www.pierro-astro.com/materiel-astronomique/cameras-astro
Astroshop.de :	https://www.astroshop.de/fr/astrophotographie/15_35

ANNEXES

D'après : <https://www.webastro.net/forums/topic/155460-comparatif-des-derniers-capteurs-sony-cmos-imx385-imx294-et-imx183/>

Capteur	IMX 224	IMX 185	IMX 174		IMX 178		IMX 290		IMX 390	IMX 385	IMX 294	IMX 183		IMX 273	
Type	FSI (Front Side Illuminated)				BSI (Back Side Illuminated) Starvis				???	FSI	BSI Starvis	BSI Starvis		FSI (Front Side Illuminated)	
Shutter	Rolling	Rolling	Global		Rolling		Rolling		Rolling	Rolling	Rolling	Rolling		Global	
Matrice	Couleur		Couleur		Couleur		Couleur		Couleur	Couleur	Couleur	Couleur		Couleur	
Résolution (pixels)	1280x960 / 1.3 Mp	1944x1224 / 2.4 Mp	1920x1200 / 2.4 Mp		3072x2048 / 6.4 Mp		1920x1080 / 2.1 Mp		2017x1217 / 2.45 Mp	1945x1097 / 2.13 Mp	3792x2824 / 10.71 Mp	5472x3648 / 20.5 Mp		1456x1088 / 1.58 mpix	1456x1088 / 1.58 mpix
Taille pixel (µm)	3.75	3.75	5.86		2.4		2.9		3.0	3.75	4.63	2.4		3.45	
Gain électronique max.	60 dB	48 dB	40 dB		51 dB		63 dB		???	???	57 dB	60 dB		???	
Rendement quantique indicatif (Pic)	estimation 75/80 % (rouge)	estimation 75/80 % (rouge)	74 % (vert)	76 % (vert)	???	81 % (vert)	???	80 % (vert)	???	estimation 75/80 % (rouge)	???	73% (vert)	84% pic (vert/bleu)	???	66% (vert)
Bruit de lecture (e-)	1.5/0.75 e-	3.3/1.4 e-	6/2.8 e-		2.4/1.4 e-		3.2/1 e-		???	1.5/0.75 e-	gain=120 : 2-1.2 e-	3.0-1.5 e-		???	
Sensibilité F5.6 (mV)	2350 mV (HCG)	1120 mV	???	1180 mV	425 mV	543 mV	1300 mV	1724 mV	1953 mV (HCG)	2350 mV (HCG)	1900 mV	461 mV	554 mV	1146 mV	1307 mV
SNR1s (Lux)	0.13	0.20	???		0.46		0.23		???	0.13	0.14	???		???	
Sensibilité normalisée (mV/µm2)	167	80	???	34	74	94	155	205	217	167	89	80	96	96	110
Signal saturation (mV)	1210 mV	1440 mV	850 mV		945 mV		914 mV		700 mV	1210 mV	970 mV	942 mV		1001 mV	
Cadence image (images/sec)	150 (10 bits)	108 (10 bits)	164 (10 bits)		60 (pleine trame - 10 bits)		170 (pleine trame - 10 bits)		60 (HD 1080p)	120 (pleine trame - 10 bits)	30 à 120 (selon format - 10 bits)	25 (pleine trame - 10 bits)		276 (8 bits) - 227 (10 bits)	
Electroluminescence ("Amp glow")	Sensible après quelques sec	Très sensible après quelques secondes de pose				Assez limité		Assez limité		???	Sensible après quelques sec	Assez limité		Assez limité	
Trame de fond	très faible	très faible	Importante, Horizontale		Moyenne, Horizontale		Très faible		???	Très faible	Très faible	???		???	

Capteur	IMX 296	IMX 307	IMX 327	IMX 392	IMX 420		IMX 428		IMX 421		IMX 437	IMX 429		IMX 422	
Type	FSI	BSI Starvis	BSI Starvis	FSI	FSI (Front Side Illuminated)				FSI (Front Side Illuminated)		FSI	FSI (Front Side Illuminated)		FSI (Front Side Illuminated)	
Shutter	Global	Rolling	Rolling	Global	Global		Global		Global		Global	Global		Global	
Matrice	Monochrome	Couleur	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Couleur	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome
Résolution (pixels)	1456x1088 / 1.58 mpix	1920x1080 / 2.1 Mp	1920x1080 / 2.1 Mp	1920x1200 / 2.3 Mp	3216x2208 / 7.1 mpix		3216x2208 / 7.1 mpix		1936x1464 / 2.9 mpix		1936x1464 / 2.9 mpix	1936x1464 / 2.9 mpix		1624x1240 / 2.0 mpix	
Taille pixel (microns)	3.45	2.9	2.9	3.45	4.5		4.5		4.5		4.5	4.5		4.5	
Gain électronique max.	???	69 dB	71 dB	48 dB	48 dB		48 dB		48 dB		48 dB	48 dB		48 dB	
Rendement quantique indicatif (Pic)	???	???	???	71% (vert)	???	78% (vert)	???	78% (vert)	???	???	???	???	???	???	???
Bruit de lecture (e-)	???	???	???	???	6.1/2.7 e-		6.1/2.7 e-		6.1/2.7 e-		6.1/2.7 e-	6.1/2.7 e-		6.1/2.7 e-	
Sensibilité F5.6 (mV)	1307 mV	1715 mV	2376/2519 mV	1307 mV	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	1971 mV (HCG)
SNR1s (Lux)	???	0.24	0.18/0.17	???	????		????		????		???	????		????	
Sensibilité normalisée (mV/µm2)	110	204	283/299	110	97	114	97	114	97	114	97	97	114	97	114
Signal saturation (mV)	1001 mV	852 mV	852 mV	1001 mV	1001 mV		1001 mV		1001 mV		1001 mV	1001 mV		1001 mV	
Cadence image (images/sec)	60 (10 bits)	60 (HD 1080p - 10 bits)	60 (HD 1080p - 10 bits)	201 (8bits - 10 bits) - 135 (12 bits)	207 (8bits) - 170 (10bits) - 134 (12 bits)		35 (12 bits seulement)		409 (8bits) - 231 (12 bits)		121 (12 bits seulement)	96 (12 bits seulement)		478 (8bits) - 270 (12 bits)	
Electroluminescence ("Amp glow")	???	???	???	???	???		???		???		???	???		???	
Trame de fond	???	???	???	???	???		???		???		???	???		???	

Capteur	IMX 430		IMX 425		IMX 432		IMX 490
Type	FSI (Front Side Illuminated)		FSI (Front Side Illuminated)		FSI (Front Side Illuminated)		???
Shutter	Global		Global		Global		Rolling
Matrice	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Couleur
Résolution (pixels)	1624x1240 / 2.0 mpix		1604x1100 / 1.8 mpix		1604x1100 / 1.8 mpix		2896x1876 / 5.4 Mp
Taille pixel (microns)	4.5		9.0		9.0		3.0
Gain électronique max.	48 dB		48 dB		48 dB		???
Rendement quantique indicatif (Pic)	???	???	???	???	???	???	???
Bruit de lecture (e-)	2.5 e- / ??		??		??		???
Sensibilité F5.6 (mV)	1971 mV (HCG)	2304 mV (HCG)	4910 mV	5786 mV	4910 mV	5786 mV	2280 mV (HCG)
SNR1s (Lux)	????		????		????		???
Sensibilité normalisée (mV/µm2)	97	114	61	71	61	71	253
Signal saturation (mV)	1001 mV		1001 mV		1001 mV		???
Cadence image (images/sec)	132 (12 bits seulement)		662 (8bits) - 565 (10bits) - 481 (12 bits)		99 (12 bits seulement)		40 (pleine trame - 10 bits)
Electroluminescence ("Amp glow")	???		???		???		???
Trame de fond	???		???		???		???

COMPARAISON "PETITS" CAPTEURS POTENTIELLEMENT INTERESSANTS POUR L'ASTRONOMIE

Albéric de Bonnevie

FABRICANT	BROOKMAN TECHNOLOGY				GPIXEL				FAIRCHILD				SMARTSENSE		
Capteur	BT130C		BT200C		GSENSE2020 BSI		GSENSE400 BSI		CIS2020A		MST4323		LTN4323		SC4210
Type	FSI (Front Side Illuminated)				BSI (Back Side Illuminated)				FSI		BSI		BSI		BSI
Shutter	Rolling		Rolling		Rolling		Rolling		Rolling		Rolling / Global Shutter		Rolling / Global Shutter		Rolling
Matrice	Couleur	Monochrome	Couleur	Monochrome	Monochrome		Monochrome		Monochrome		Couleur		Monochrome		Couleur (Mono ??)
Résolution (pixels)	1288x1032 / 1.3 mpix		1936x1096 / 2.1 mpix		2048x2048 4 Mp		2048x2048 4 Mp		2048x2048 4 Mp		4/3' 4344 x 2368 10.3Mp		4/3' 4344 x 2368 10.3Mp		1/1.8' 4 Mp
Taille pixel (microns)	7.1		5.0		6.5		11		6.5		4.6		4.6		3.0
Gain électronique max.	??		??		mode "low gain" + mode "high gain"		???		???		LG : 1x; HG : 8x, 16x, 32x		LG : 1x; HG : 8x, 16x, 32x		38x analogique, 16x num (à vérifier)
Rendement quantique indicatif (Pic)	60% (pic rouge)	74% (pic)	60% (pic rouge)	68% (pic)	94% pic		95% pic		82% pic		???		???		???
Bruit de lecture (e-)	1.2 e-		0.7 e- (à vérifier)		1.6 e- (standard)		1.7 e- (standard)		0.8/1.3 e-		1.0 e-		0.7 e-		???
Sensibilité F5.6 (mV)	????	????	????	????	???		???		???		???		???		???
SNR1s (Lux)	????		????		???		???		???		???		???		0.21
Sensibilité normalisée (mV/µm2)	????	????	????	????	???		???		???		???		???		???
Signal saturation (mV)	????		????		???		???		???		???		???		???
Cadence image (images/sec)	30 (?? bits)		120 (16 bits - addition 3 expos différentes ???)		43 fps/USB 3.0/8 bits - 25 fps/USB 3.0/12 bits		24 fps en USB 3.0 - 48 fps en 10GigE - 12 bits		100 fps en CameraLink - 16 bits		120fps en full frame; 240 fps en 1080		120fps en full frame; 240 fps en 1080		60 fps
Electroluminescence ("Amp glow")	???		???		???		la QHYCCD QHY42 a un circuit anti amp glow		???		???		???		???