

# **Configurations et Chaines Images pour les PheMu**

---

**Thierry Midavaine, Christian Drillaud, Olivier Dechambre**  
**Club Eclipse**  
**RCE 2014 AFA**  
**Cité des Sciences et de l'Industrie Paris**  
**8 – 11 Novembre 2014**



# Plan



- Une parallaxe négligeable
- Une feuille de calcul Excel
  - Déterminer le champ
  - La focale
  - Les satellites sont ils résolus ?

# Une parallaxe négligeable...

- Une occultation ou une éclipse sont des événements liés à l'alignement de 3 corps : une source, un corps mobile relatif et un observateur
- Un Phemu, en particulier une éclipse c'est un événement à 4 corps : Le Soleil, 2 satellites et un observateur
- Contrairement à une occultation par un astéroïde pour un phemu nous faisons tous, presque la même observation..
- Une bonne datation absolue et une bonne linéarité de toutes les observations peut donner l'opportunité d'ajouter les mesures photométriques pour améliorer le S/B et la dynamique du signal

# Reprise de la feuille excel de WETO 2012

- Une feuille de calcul Excel
  
- Par rapport à une occultation par des astéroïdes :
  - Le site d'observation n'a que peu d'importance
  - Observation est possible en ville, le fond de ciel est négligeable pour les satellites galiléens
  - Avoir une optique propre pour limiter la diffusion de Jupiter
  - Le pointage est trivial
  - Il ne faut pas saturer
  - Les satellites responsable de l'événement seront-ils séparés ? Cas de l'éclipse

# Champ d'observation



C14 foyer primaire Canon 500D en mode video fullHD 20i/s Thierry Midavaine

Données s	Rayon de l'orb	Elongation m.
Unités	km	arcsec
Jupiter		
Io (I)	4,22E+05	1,38E+02
Europe (II)	6,71E+05	2,20E+02
Ganimède (III)	1,07E+06	3,51E+02
Callisto (IV)	1,88E+06	6,18E+02

- Avoir un champ suffisant pour assurer l'acquisition de tous les satellites
  - soit l'élongation max de Ganymède + Callisto
  - Soit un Champ  $C=969$  arcsec ou  $4,7$  mrd

# Quelle focale ?

- On en déduit la focale  $F$  pour son détecteur en fonction de sa longueur  $L$

$$F = L/C$$

- un détecteur de type  $L =$   $F =$ 
  - ICX429 (Watec) 6,46mm 1,37m
  - KAF1600
  - ICX 694 12,5mm
  - APS-C 22,5mm
  - 24x36 36mm 7,66m



Première lumière de Olivier Dechambre avec la Basler 640 sur un C11 : Jupiter et Europe le 29 novembre 2012

# Les satellites seront-ils résolus ?

Données s	Diametre	Diametre Ang	Diametre Ang
Unités	km	arsec	rd
Jupiter	142984	46,86	2,28E-04
Io (I)	3660	1,20	5,83E-06
Europe (II)	3130	1,03	4,98E-06
Ganimède (III)	5268	1,73	8,38E-06
Callisto (IV)	4806	1,58	7,65E-06

- Pas pixel  $p$  et  $F$  la focale donne l'IFOV =  $p/F$  en rd
- le champ vu par un pixel est à comparer au diamètre angulaire des satellites en rd.
- Pour un pixel de  $5\mu\text{m}$  il faut une focale de 1m au moins
- 4,7mrd de champ et  $5\mu\text{rd}$  de resolution donne une matrice de 1000 pixel / ligne comme minimum pour couvrir le champ et commencer à résoudre les satellites





Cliché Olivier Dechambre du 18 février 2013 : Jupiter et sa tache rouge avec Callisto, Io et son ombre au C11 F/D=25 avec une camera Basler 640, filtres RVB Astronomik – Genika Astro

# Privilégier un grand diamètre d'instrument

- Mais ne pas saturer sur les satellites et avoir une marge pour une occultation car au contact si les satellites sont non résolus alors leur flux vont s'additionner
- Garder une marge d'un facteur 2 par rapport à la saturation
- La defocalisation permet de réduire le flux par pixel, dégrade la résolution et permet de réduire les fluctuations liées à l'échantillonnage de l'image des satellites par les pixels et les effets de la turbulence
- Attention aux phénomènes proches de Jupiter
- Avoir un fond uniforme en référence (plutôt qu'un gradient)
- La turbulence atmosphérique constituera la source principale de fluctuation du signal. Caractériser sa constante de temps est utile.

# Choix d'une camera

## ➤ CCD

## ➤ CMOS

Camera	Capteur	Readout noise	Dark current	Puit	Delta T	Temps de lecture
Atik Titan	ICX424AL	7e- RMS	0.01 e-/pix/sec à 20°C	42000e-	-20°C	15 images/sec
Atik 314L+	ICX285AL	4e- RMS	0.01 e-/pix/sec à 20°C	32000e-	-27°C	1s
ST-8XME	KAF-1603ME	15e- RMS	1e-/pix/sec à 0°C	100000e-	-35°C	3.7s
QSI 532	KAF-3200ME	7e- RMS	0.05 e-/pix/sec à -25°C	55000e-	-38°C	8s
Atik 4000	KAI-4022	11e- RMS	0.01 e-/pix/sec à -20°C	40000e-	-40°C	6s
Alta U8300	KAF-8300	9e- RMS	0.02 e-/pix/sec à -30°C	25500e-	-50°C mini	10s
ST-L 11K	KAI-11002	13e- RMS	0.5 e-/pix/sec à 0°C	50000e-	-40°C	26s (USB1.1)
Alta U16000	KAI-16000	7e- RMS	0.01e-/pix/sec à -25°C	30000e-	-45°C	16s
Alta U16M	KAF-16803	9e- RMS	0.2 e-/pix/sec à -25°C	100000e-	-40°C	18s

# Magnitude des satellites

Données s	Albedo	Magnitude	B-V	U-V
Unités		V		
Jupiter	0,52	-2,7	0,83	0,48
Io (I)		5,02	1,17	1,3
Europe (II)		5,29	0,87	0,52
Ganimède (III)		4,61	0,83	0,5
Callisto (IV)		5,65	0,86	0,55

# Exploitation de la feuille de calcul

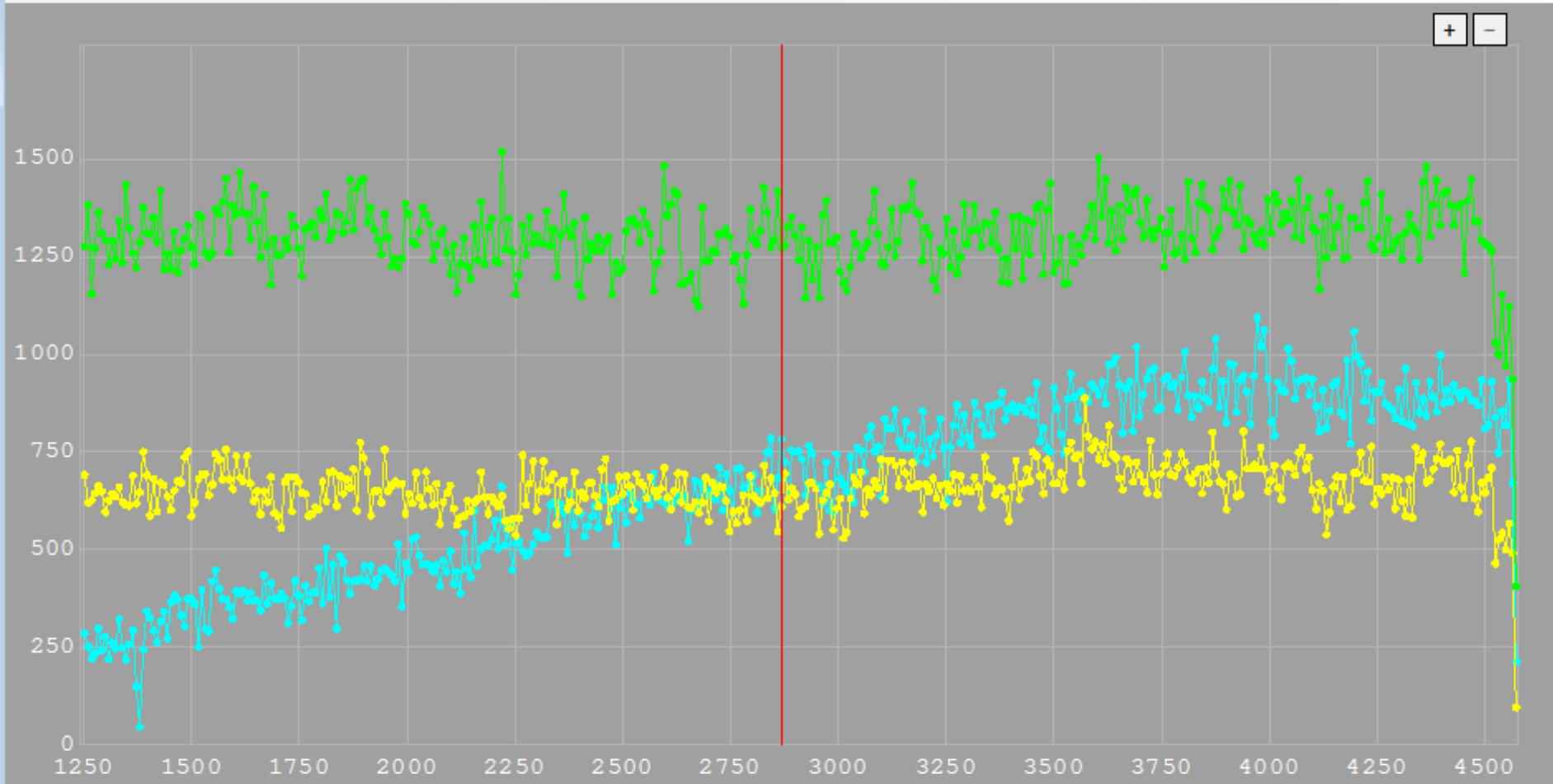
## Résultats Géométriques

Diametre tache	4,19E-05 m
Diametre nbre de pixel	5
Nombre de pixels source	19,6
Nombre de pixels fond de ref	79


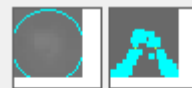




Résultats Photometriques	Magnitudes	Eclairment Photopique Lux	diametre apparent rd	Signal electrons / trame	Bruit photo- elec	Bruit elec	S/B photonique	S/B total
Eclairment du satellite B	5,02	2,60163E-08	4,77E-09	9,97E+04	315,7	44,3113463	315,7	3,13E+02
Eclairment du satellite A	5,29	2,02883E-08	4,21E-09	7,77E+04	278,8	44,3113463	278,8	2,75E+02
Eclairment du fond de ciel	17,97			6,59E-01	0,8	88,6226925		
Eclairment fond de ciel de ref	16,46					177,245385		
Eclairment total avant Occultation	4,39	4,63046E-08		1,77E+05	421,2		421,2	
Eclairment total mini Occultation		3,32965E-08						
Eclairment mini de l'eclipse		1,30082E-08						
<b>Différence d'eclairment</b>	5,02	2,60163E-08		9,97E+04	421,2	109	236,7	<b>3,83E+02</b>

	Flux electronique par pixel max	9036,25297
	Saturation de la matrice	4,00E+04
<b>Validation de la non saturation</b>	Doit etre inferieur à 1	<b>0,23</b>

File Data Customize Add-ins



Frame No: 2865      Bin No: 203 (1616 - 1623)  
 Time: N/A

 773  S/N = 4,77	 627  S/N = 6,56	 1508  S/N = 9,14
--	--	---

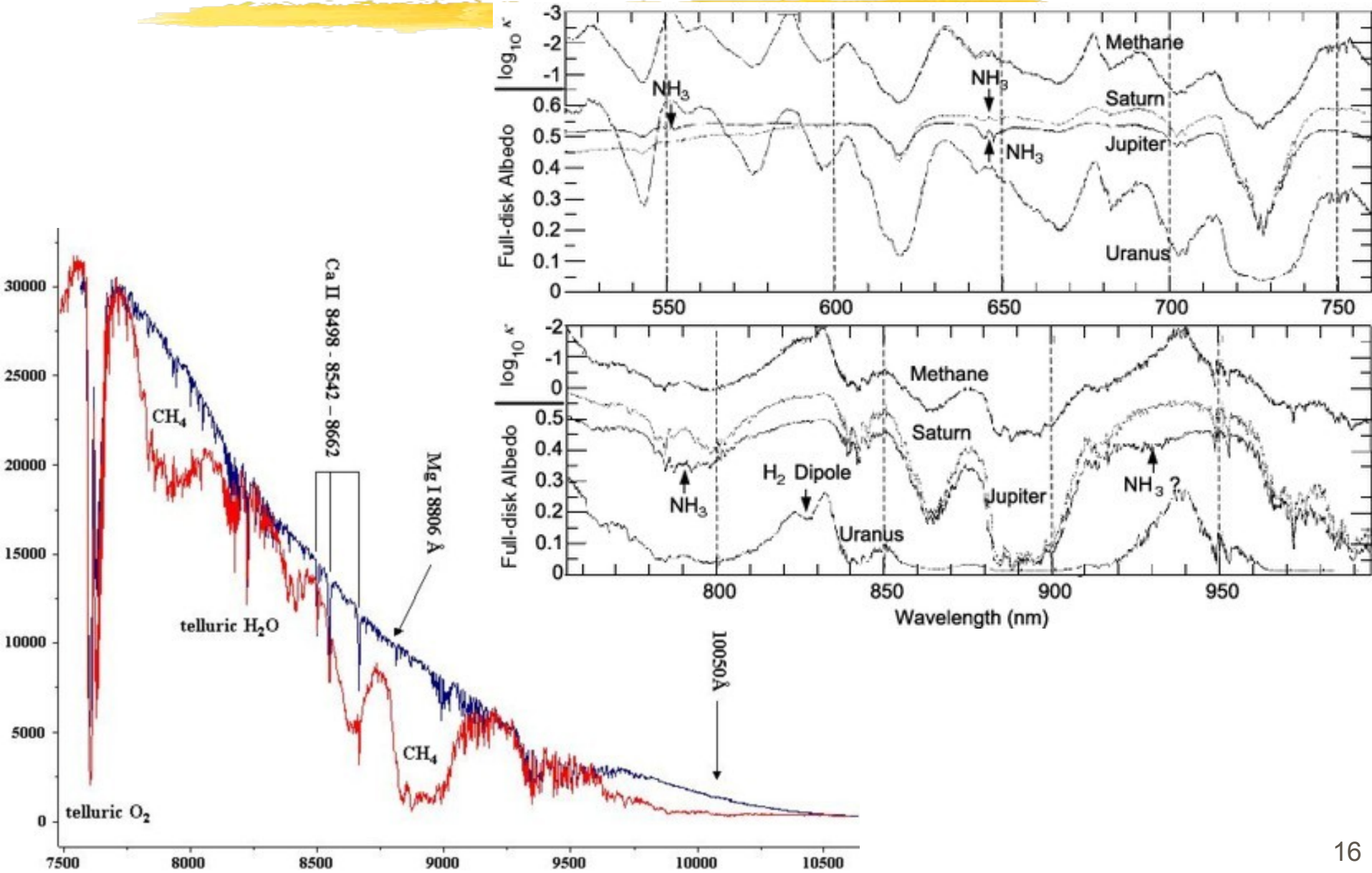
Signal-minus-Background ▾  Normalised ▾ Binning 8 Frames ▾  Include Objects ▾

# Les autres idées



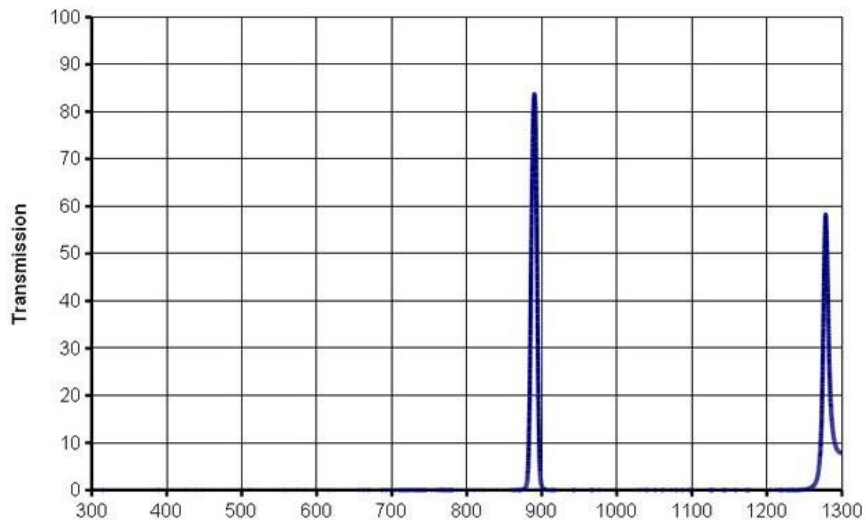
- Courbe trichrome
- Filtre sur le méthane au-delà de 750 nm
- La defocalisation n'est pas une perte de f<sub>t</sub>m. Une tache defocalisée a un bord net adapté à la photométrie d'ouverture
- S'attaquer aux petits satellites de Jupiter
  - Amalthée mag 14
  - ,scv

# Le spectre de Jupiter



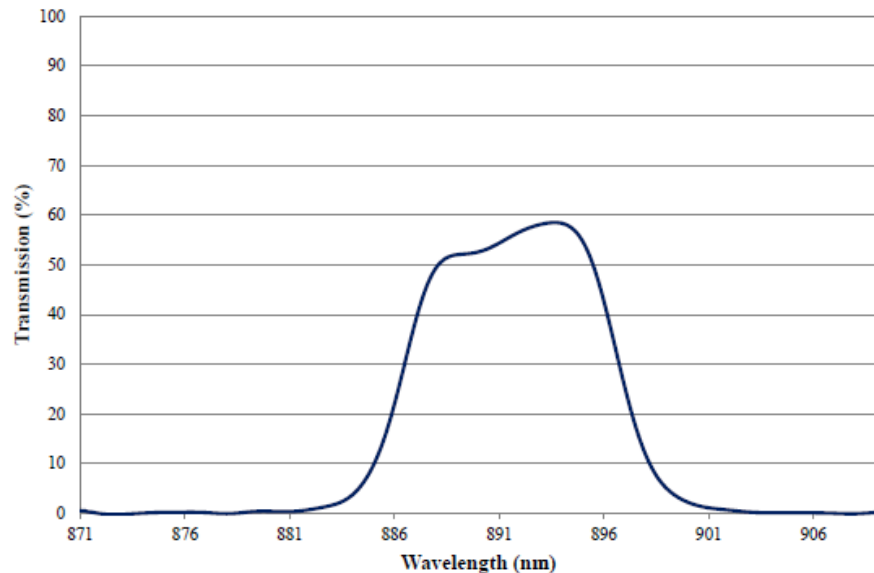


## Baader Methane-Filter CWL 889nm / HBW 8nm



- Filtre Baader Planetarium à 889nm 8nm de large et 80% de transmission en filtetage 31,75 mm à 175,9€

890nm Bandpass Interference Filter: 10nm FWHM, OD >4.0 Coating Performance <sup>nm</sup> FOR REFERENCE ONLY



Filtre Edmund filtre Techspec filtres interferentiels passe-bande à 890nm, 10nm de large et plus de 50% de transmission

- 12,5mm à 65,55€
- 25mm à 94,05€
- 50mm à 213,75€
- Reduction de 20% pour plus de 5 pieces

## 3 configurations « standard »

- - entrée de gamme : APN vidéo + RFC77 + ...
  - 3 à 5/100 eme de magnitude
- analogique : WATEC + VTI + ...
- numérique : basler + pc + genika trigger + ...

# Christian Drillaud



# **Le point commun Tangra 3 pour le dépouillement**



# Envoyer sa mesure



- 10000 points