



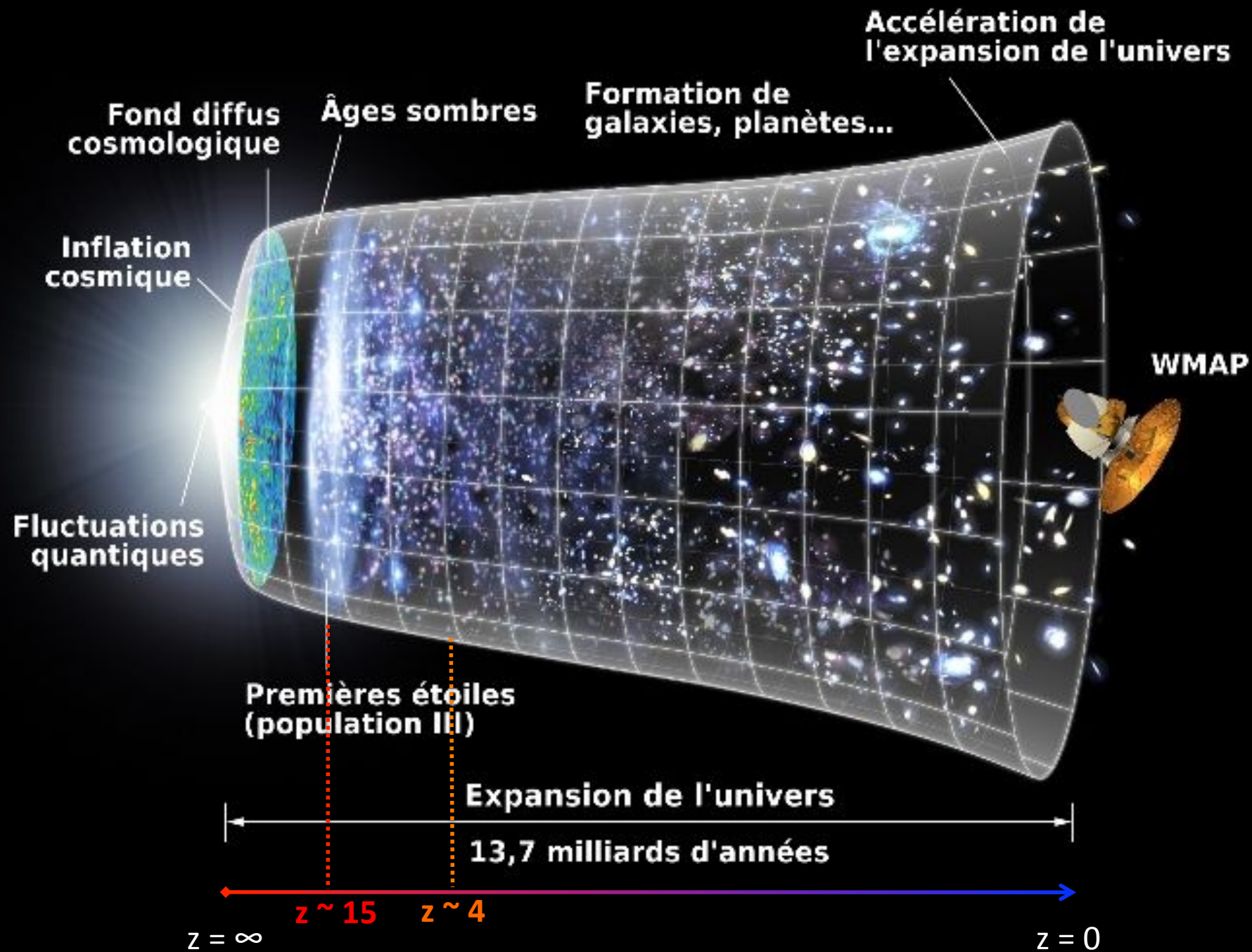
L'ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ COSMIQUE DE FORMATION STELLAIRE ET DE L'ATTÉNUATION PAR LES POUSSIÈRES ENTRE LES REDSHIFTS $z = 4^*$ ET $z = 0$.

WISH : UN PROJET INTERNATIONAL POUR DÉTECTER
LES PREMIÈRES GALAXIES DANS L'UNIVERS

D. Burgarella[§], V. Buat, C. Gruppioni, O. Cucciati, S. Heinis,
& the PEP/HerMES Team
(2013, A&A 554, 70)

[§] *Président de la Division Astrophysique de la SFP*

** $z = 4$ correspond à ~ 1.5 milliards d'années après le Big Bang.
L'âge de l'Univers aujourd'hui est environ 13.5 milliards d'années*





Questions

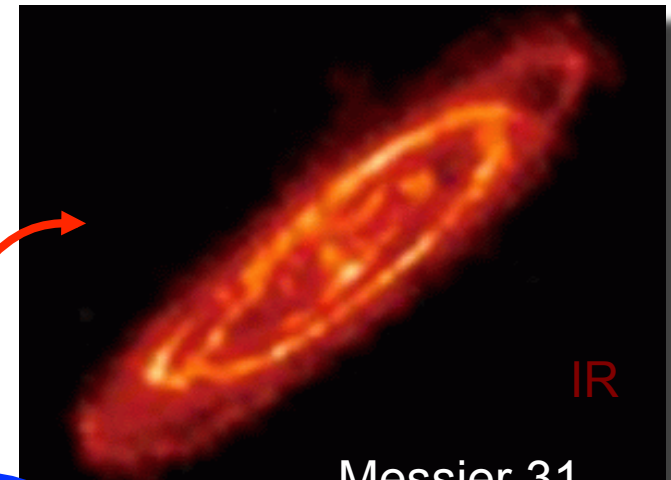
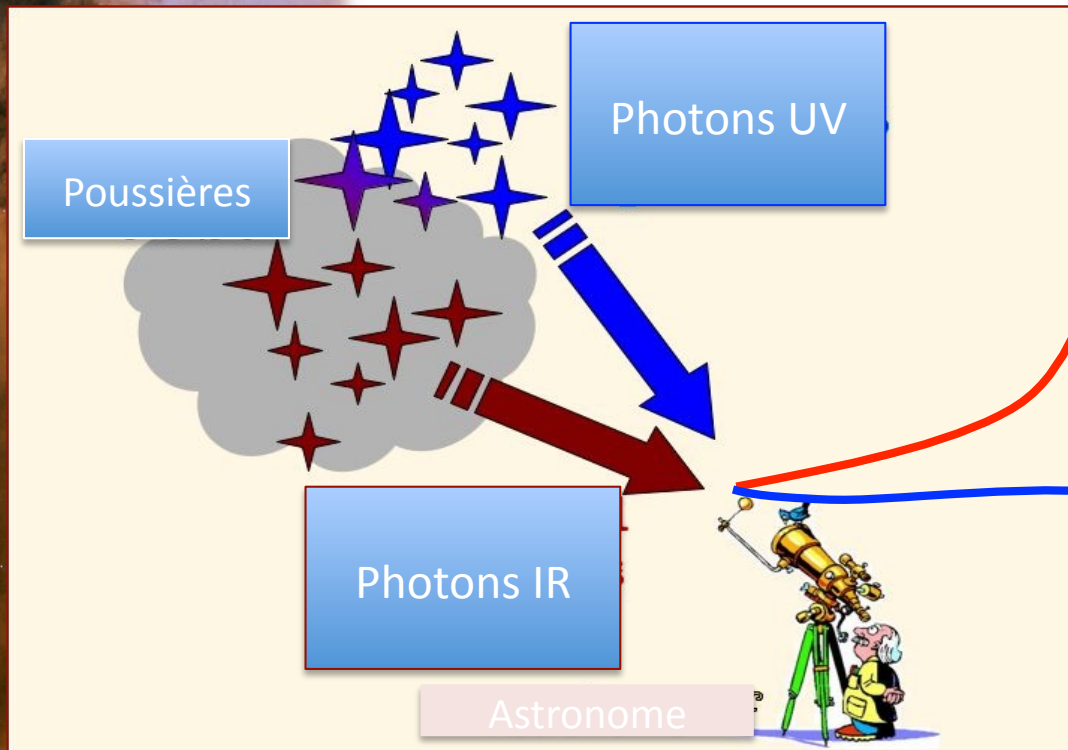
- Quelle est l'évolution en redshift de la densité cosmique de formation stellaire dans les galaxies ?
- Quelle est l'évolution cosmique de l'atténuation de la lumière des galaxies par les poussières ?
- Comment détecter les premières galaxies apparues dans l'Univers ?



L'évolution de la densité cosmique de formation stellaire

- La formation des étoiles se trouve au cœur du cycle de la formation des galaxies.
- A partir du gaz des galaxies, les étoiles se forment à une vitesse variant dans le temps et qui s'appelle le taux de formation stellaire (*star formation rate = SFR*) et dont l'unité est en masse solaire par an (M_{\odot} / an).
- Les étoiles jeunes ainsi formées émettent de grandes quantités de photons ultraviolets qui peuvent être utilisés pour estimer ce *SFR*.
- La mesure de l'activité de formation stellaire dans l'ensemble de l'univers et en fonction du temps est un des objectifs majeurs de la cosmologie observationnelle.

Le spectre visible ne contient que la moitié des radiations émises par une galaxie et cette proportion peut aller jusqu'à presque 100% pour les grosses galaxies à plus haut redshift



$$F_{\text{atténué}}(\lambda) = F_{\text{émis}}(\lambda)e^{-\tau(\lambda)} = F_{\text{émis}}(\lambda)10^{-A(\lambda)/2.5}$$

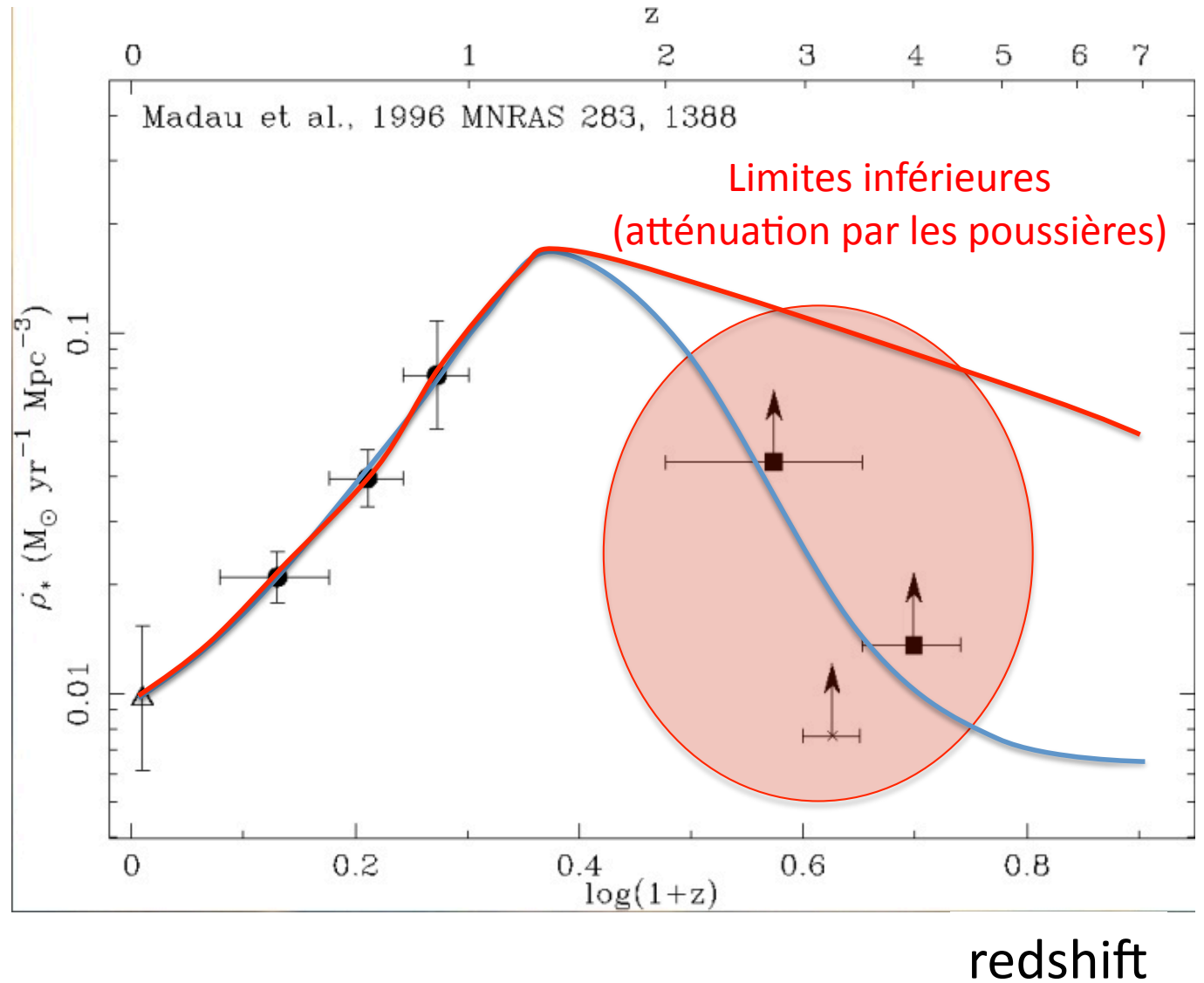
avec $\lambda_{\text{FUV}} = 150\text{nm}$ en ultraviolet lointain (Far - UV)

$$F_{\text{atténué}}(\lambda) = F_{\text{émis}}(\lambda)e^{-\tau_{\text{FUV}}} = F_{\text{émis}}(\lambda)10^{-A_{\text{FUV}}/2.5}$$



Madau et al. (1996)

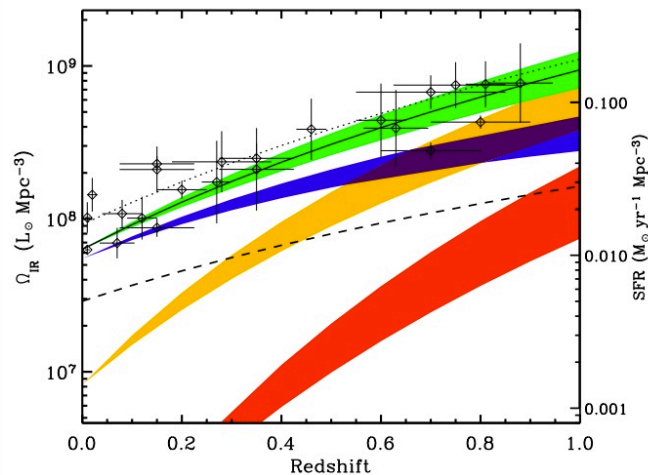
Star Formation Rate Density



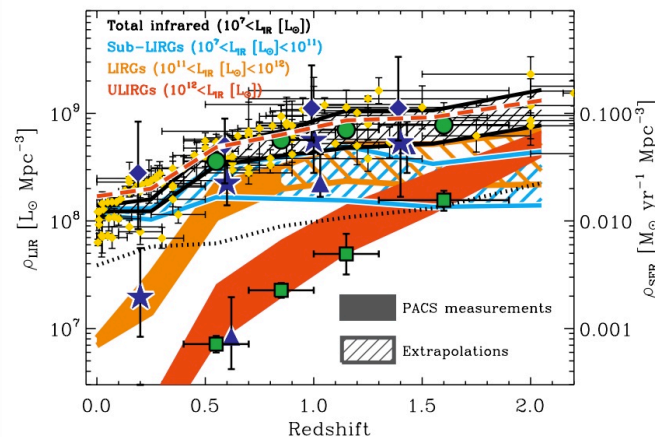
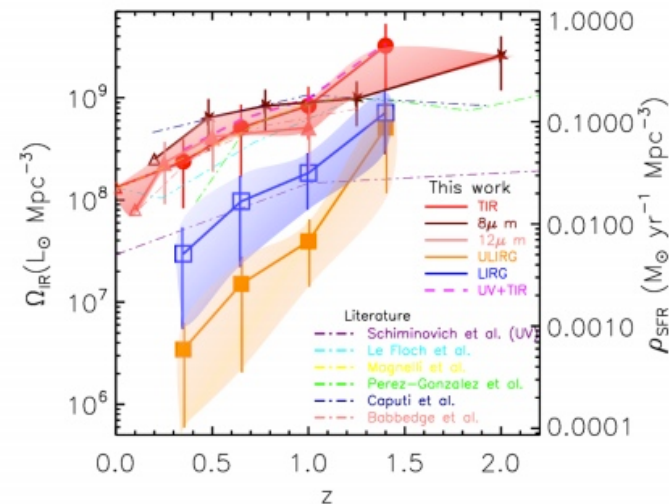


Statut avant ce travail (selection de travaux)

Le Floc'h et al. (2005) à partir de Spitzer $z \sim 1$



Goto et al. (2012) à partir d'Akari $z \sim 1.5$



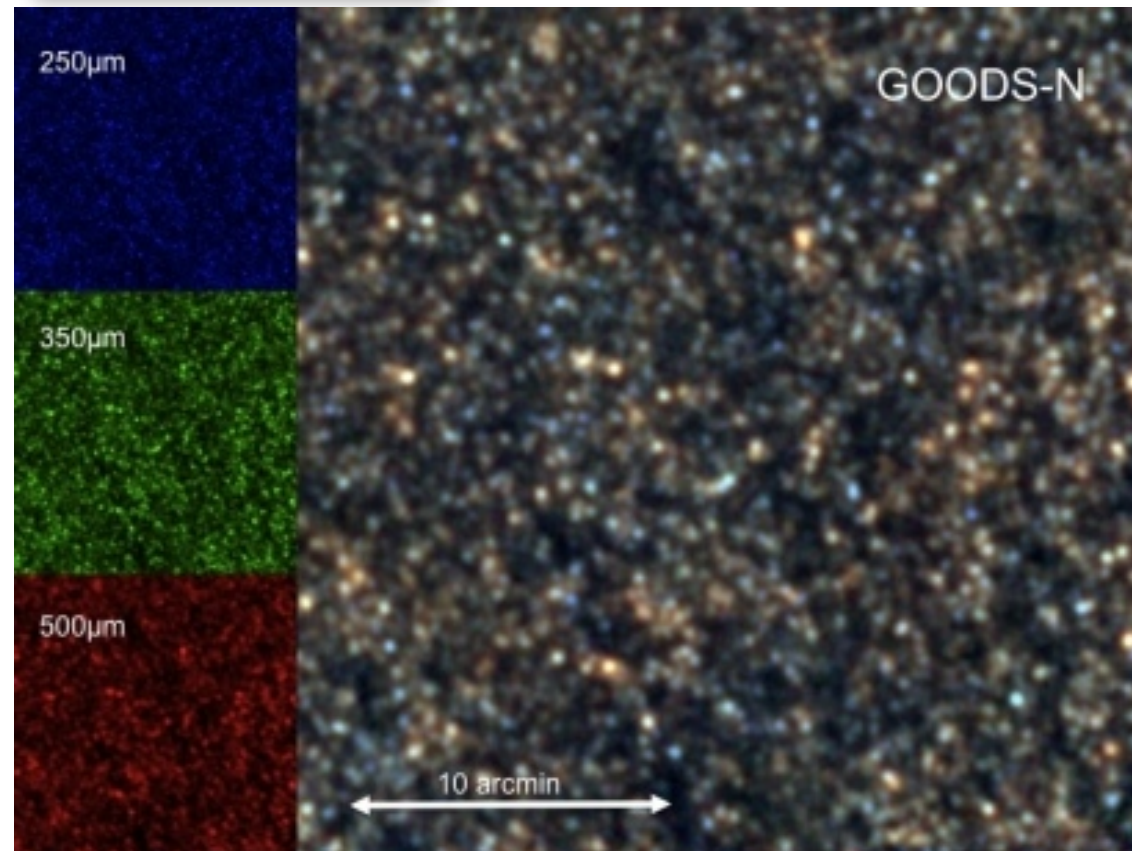
Magnelli et al. (2012)
À partir de Herschel/PACS $z \sim 2$

Herschel, HerMES & PEP



- Herschel (14 May 09 – 29 April 13) launched by ESA is the largest space telescope.

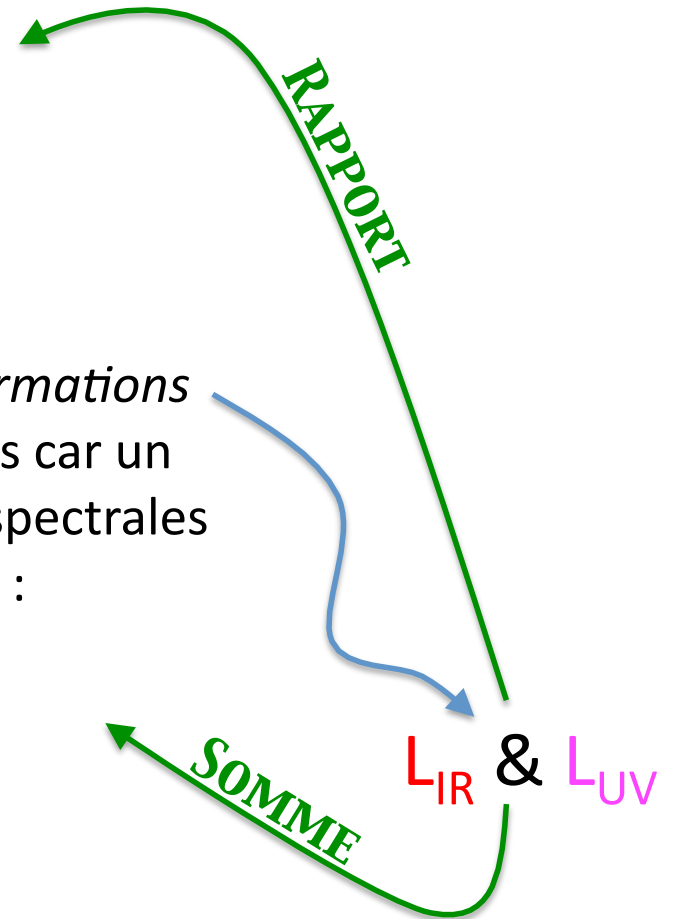
- 3 instruments : HIFI, PACS et SPIRE observed in Far-IR.



VLT/VVDS + Herschel/PEP+HerMES
(Burgarella, Buat et al. A&A avril 2013)

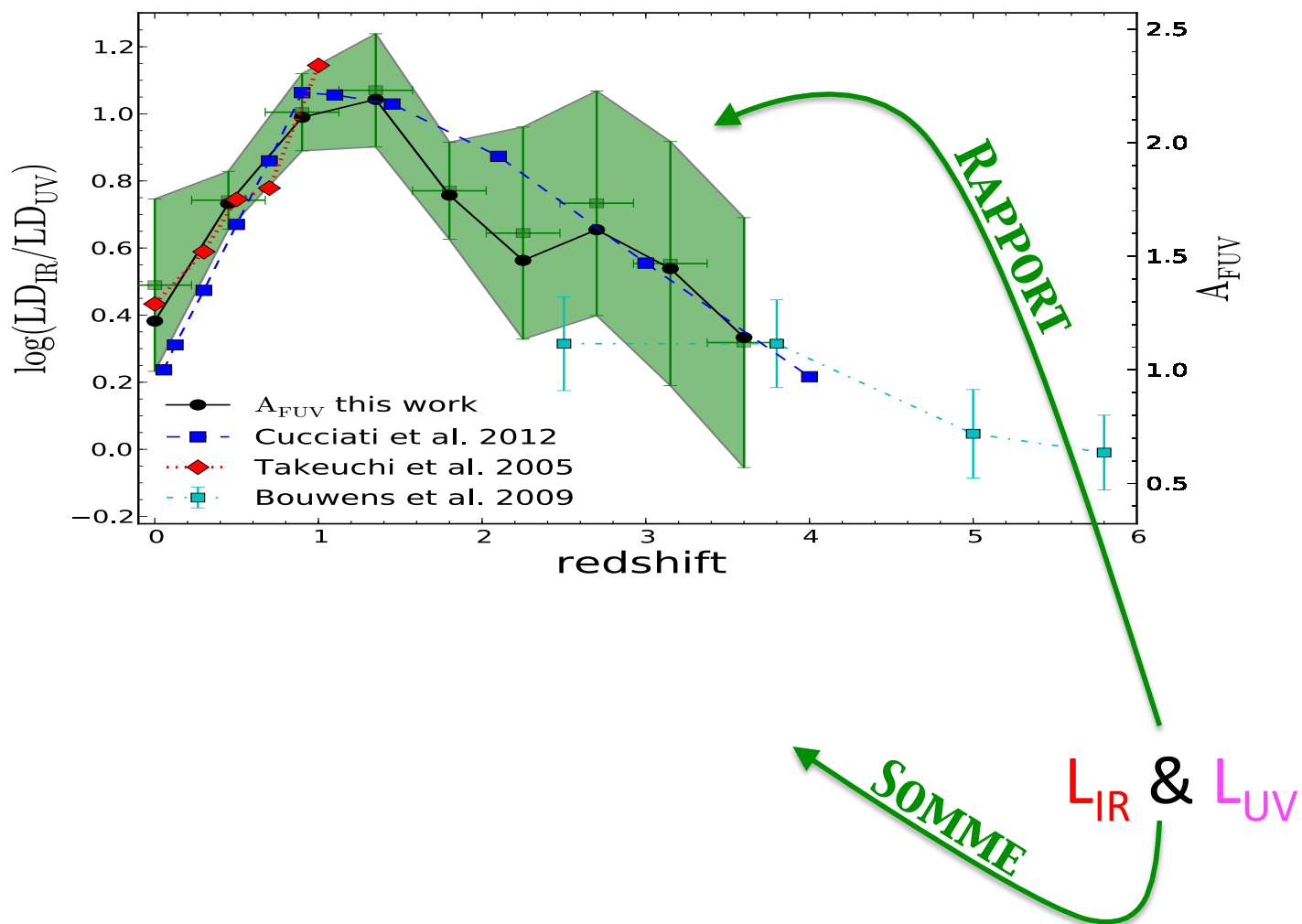


Au premier ordre, *deux informations* utilisées ici (en fait bien plus car un ajustement de distributions spectrales d'énergie est réalisé) :



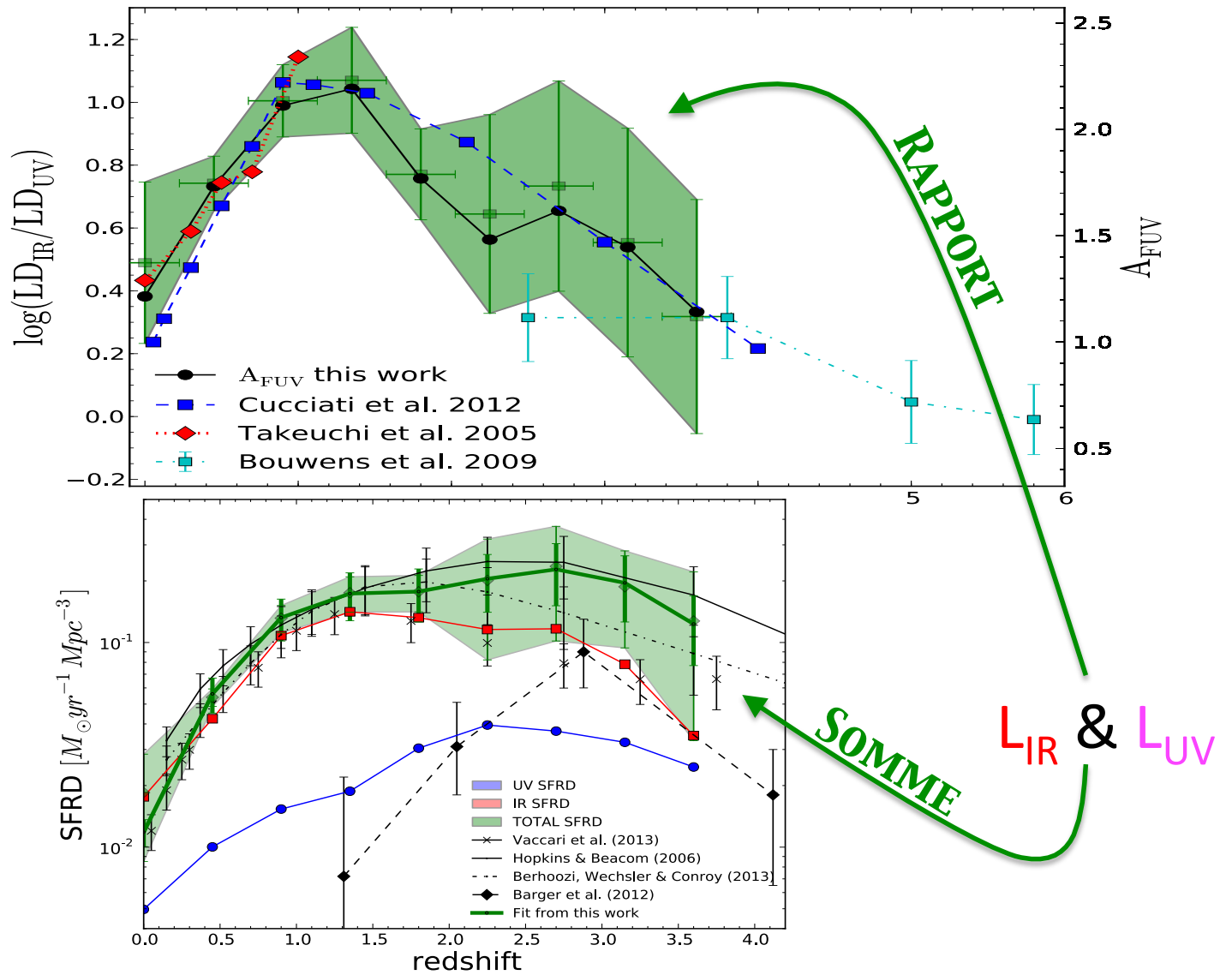


VLT/VVDS + Herschel/PEP+HerMES (Burgarella, Buat et al. A&A avril 2013)



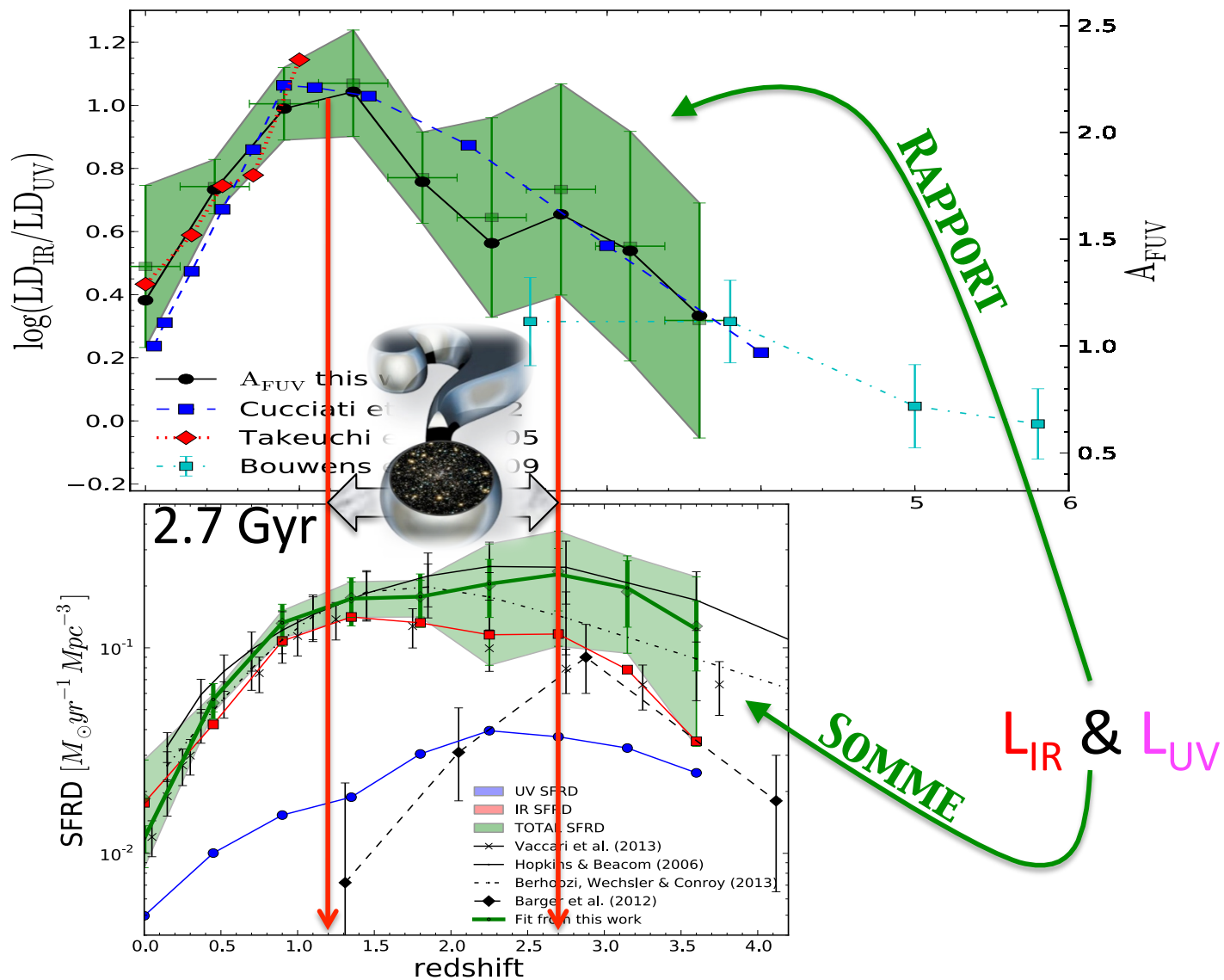


VLT/VVDS + Herschel/PEP+HerMES (Burgarella, Buat et al. A&A avril 2013)





VLT/VVDS + Herschel/PEP+HerMES (Burgarella, Buat et al. A&A avril 2013)



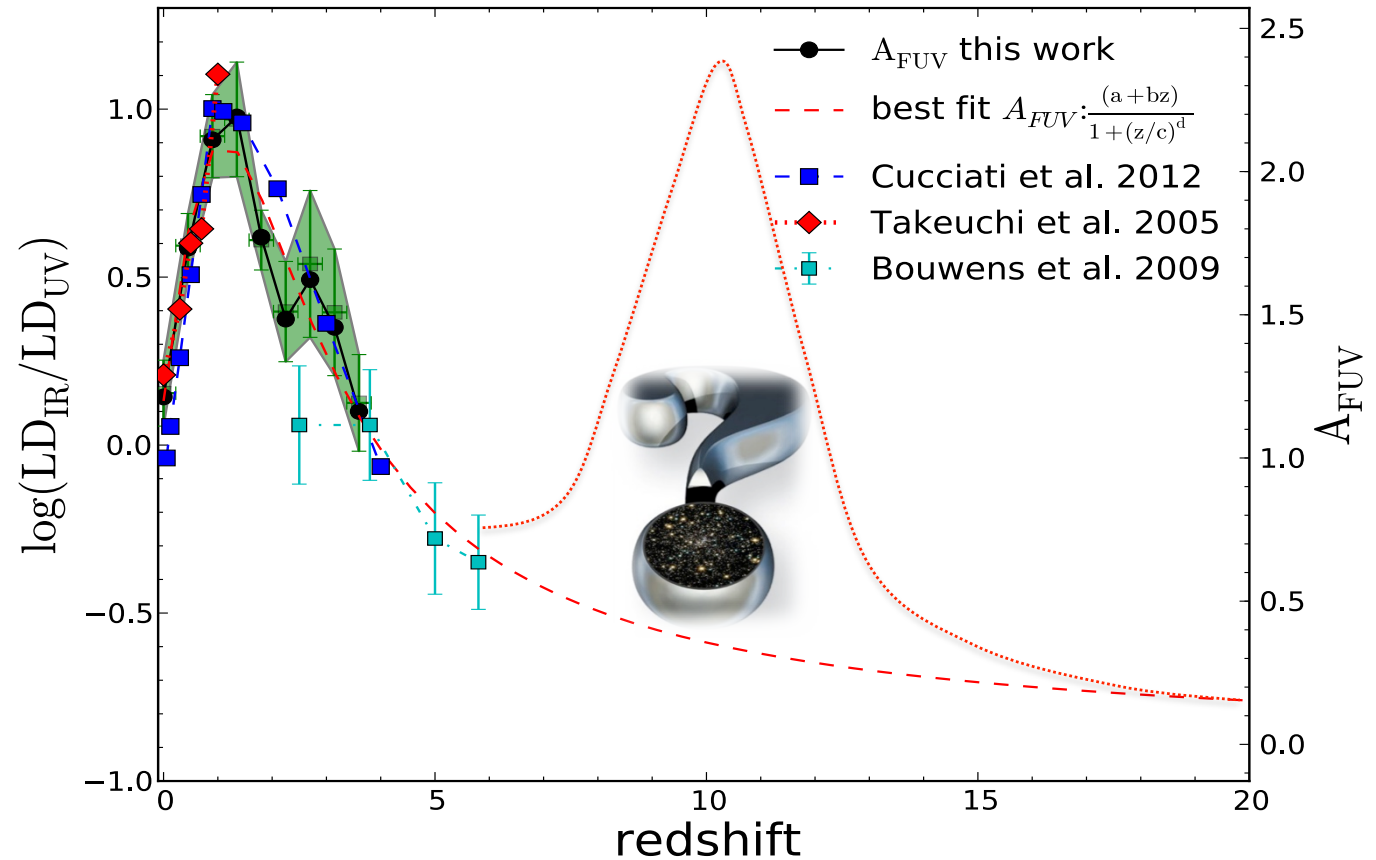


$$A_{\text{FUV}}(z)$$

The best fit is given by:

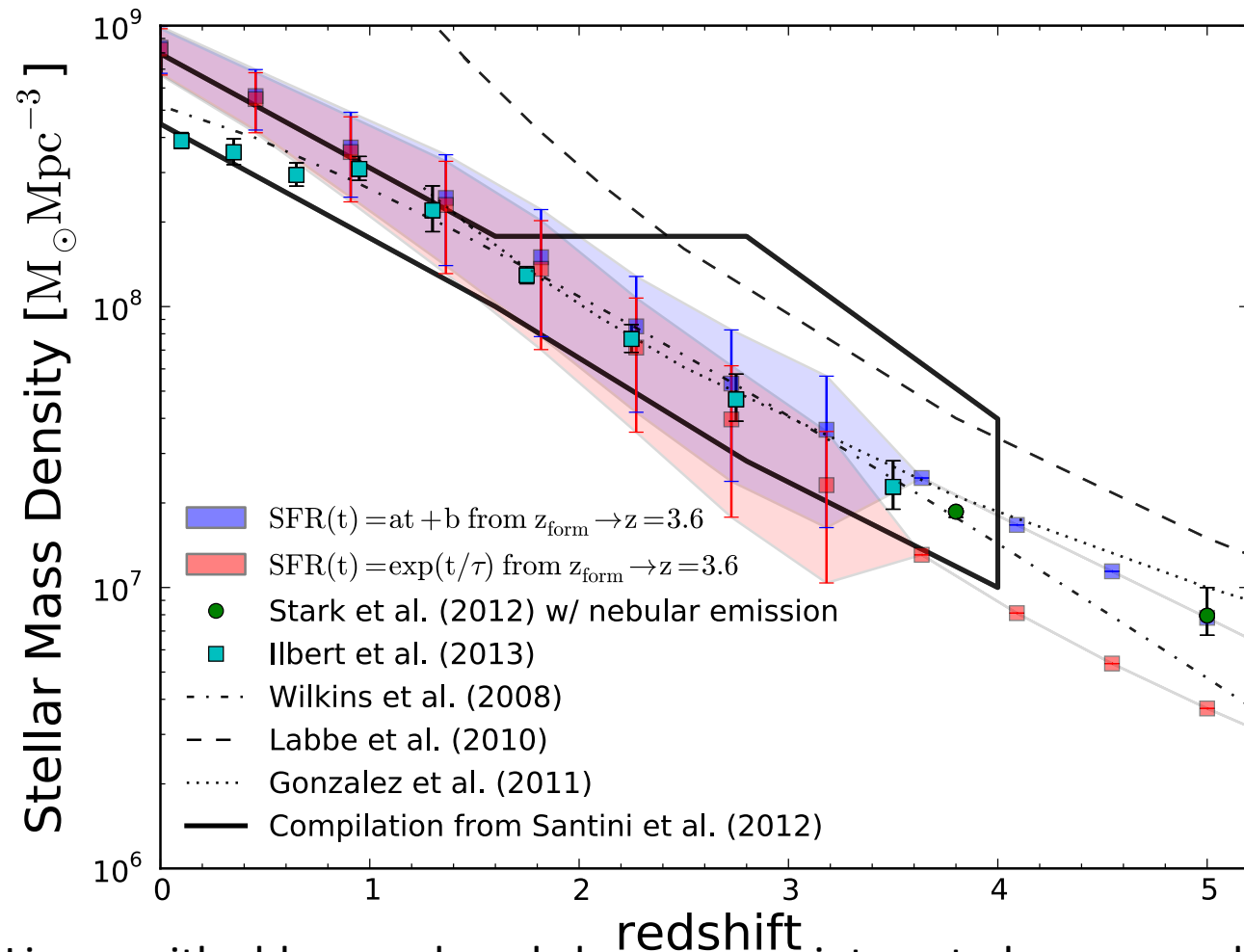
$$A_{\text{FUV}}(z) = (a+bz) / [1+(z/c)^d]$$

with $a = 1.20$, $b = 1.50$, $c = 1.77$, and $d = 2.19$



At $z = 3.6$, A_{FUV} reaches about the same value as at $z = 0$. What about the very high redshift range? We very likely expect a monotoneous decrease that still needs to be confirmed.

Assemblée des Masses Stellaires

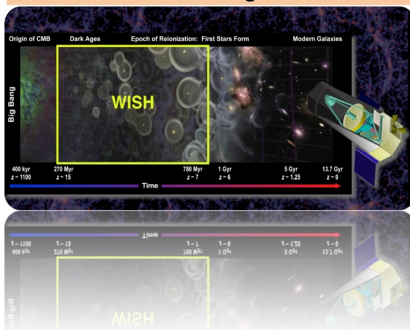


Lines with blue and red boxes are integrated mean values. Comparison with published compilations and trends scaled to same cosmology and IMF (Salpeter). Good agreement of the SMD integrated from SFRD with SMDs based on galaxy surveys from $z = 0$ to $z = 5$. Using Gonzalez et al. (2011) M/L , $M_{\text{min}} \sim 2500M_{\odot}$.

	HST	Euclid	SPICA	JWST/NIRSpec	WISH
Mirror	[m]	1.2	3.5	6.5	1.5
Launch date		2019?	2022?	2016?	2021?
Telescope temperature	[K]	240 K	6 K	50 K	100 K
λ range	[μm]	0.92 – 2.00	5 – 38	1 – 5	1 – 5
NIR Imager	FOV	0.763 x 0.722 deg ²	2 x 5 x 5 arcmin ²	3.4 x 3.6 arcmin ²	900 arcmin ²
	Pixel size	0.3"	0.15"	0.100"	0.155"
NIR Spectroscopy	FOV	0.763 x 0.722 deg ²	5 x 5 arcmin ²	3 x 3 arcmin ²	30" x 30"
	Type	slitless	Slicers (12" x 1.2")	μ -shutters 200mas + IFU 3" x 3"	IFU slicers (0.4")
	R	250	100 – 10000	100, 1000, 2750	1000
Imaging Surveys	[m_{AB} deg ²]	(24, 15,000)	TBD	(28, COSMOS-type)	(24-25, 1000)
	[m_{AB} deg ²]	(26, 40)	TBD	(30, UDF-type)	(29-30, 0.25)
	[m_{AB} deg ²]				(28, 100)

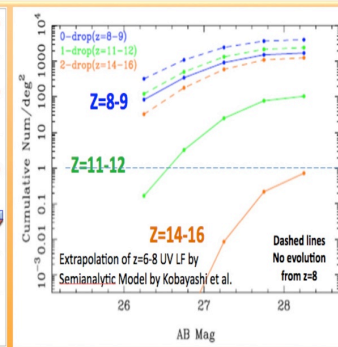
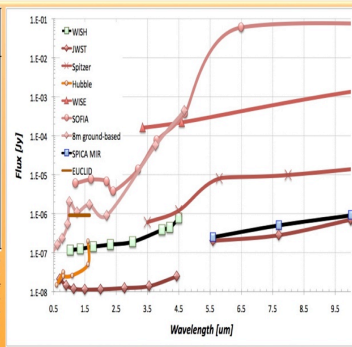
Characteristics of WISH

Launch date	~ 2020
Orbit	Sun-Earth L2 halo
Mission lifetime	5 years
Optics	M1: \varnothing 1.5m ellipsoidal M2: \varnothing 0.28m hyperboloid M3: \varnothing 0.41m ellipsoidal Cooled to 100K Diffraction limited (0.2" @ 1 μm)
Focal plane array	HgCdTe (Hawaii-2RG) 32 2K x 2K chips
λ range	1 – 5 μm
Imaging	900 arcmin ² , pixel scale: 0.155"
Spectroscopy	Two options: - Integral-Field Unit (e.g. SNAP, JWST, \varnothing 30" (TBC), R=1000, parallel mode) - Slitless grism, R=100, (e.g. GALEX, EUCLID)
Ultra Deep Survey (UDS): $m_{AB} = 28$ over 100deg ²	
Ultra Wide Survey (UWS): $m_{AB} = 24-25$ over 1000deg ²	
Extreme Survey (ES): $m_{AB} = 29-30$ over 0.25deg ²	
Spectroscopy Survey depends on selected options. If IFU: UDS over ~ 0.15deg ² and UWSS over ~ 1.5deg ² .	

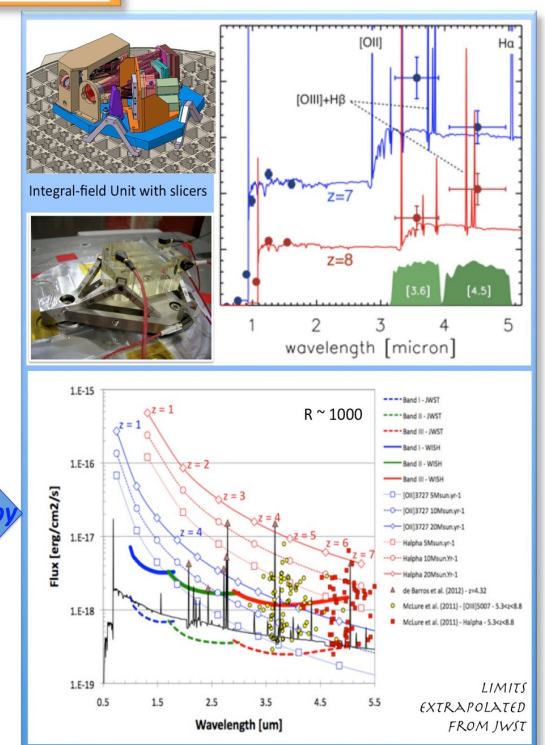


Name	λ_{center} μm	FWHM μm
Filter 0	1.040	0.280
Filter 1	1.360	0.360
Filter 2	1.775	0.470
Filter 3	2.320	0.620
Filter 4	3.030	0.800
Filter 5	3.965	1.070
Filter 5e	4.215	1.570
Filter 6	4.500	1.000

Compared photometric performances of several facilities in the 1 – 10 μm wavelength range (10s in 10⁴ sec). JWST is better than WISH by a factor of about 10 but the field of view of WISH is larger by a factor of about 100. HST is also better than WISH at $\lambda < 1.6 \mu\text{m}$ but not at larger wavelengths. Moreover, the same point related to the field of view applies to HST. Note that Euclid's sensitivities reflect the level of the survey and not the ultimate performances.



<http://www.oamp.fr/people/burgarella/denis/WISH.html>



What is WISH?

- WISH est un projet sous responsabilité japonaise (PI: T. Yamada).
- WISH est aussi proposé à la NASA et au CNES en France Voir les supporters →
- L'objectif primaire de WISH est de détecter et d'étudier les premières galaxies dans l'Univers ... mais pas seulement !
- WISH est un projet spatial avec un miroir primaire de 1.5m
- Le domaine de longueurs d'onde de WISH (1 – 5 μm) est défini pour observer des galaxies jusqu'à $z \sim 15 - 20$ (si elles existent)
- Un relevé de 100 deg² ($m_{AB} \sim 28$ est prévu) qui est au centre de la stratégie de WISH**
- Un relevé de 1000 deg² ($m_{AB} \sim 24 - 25$) sera extrêmement utile en cosmologie**

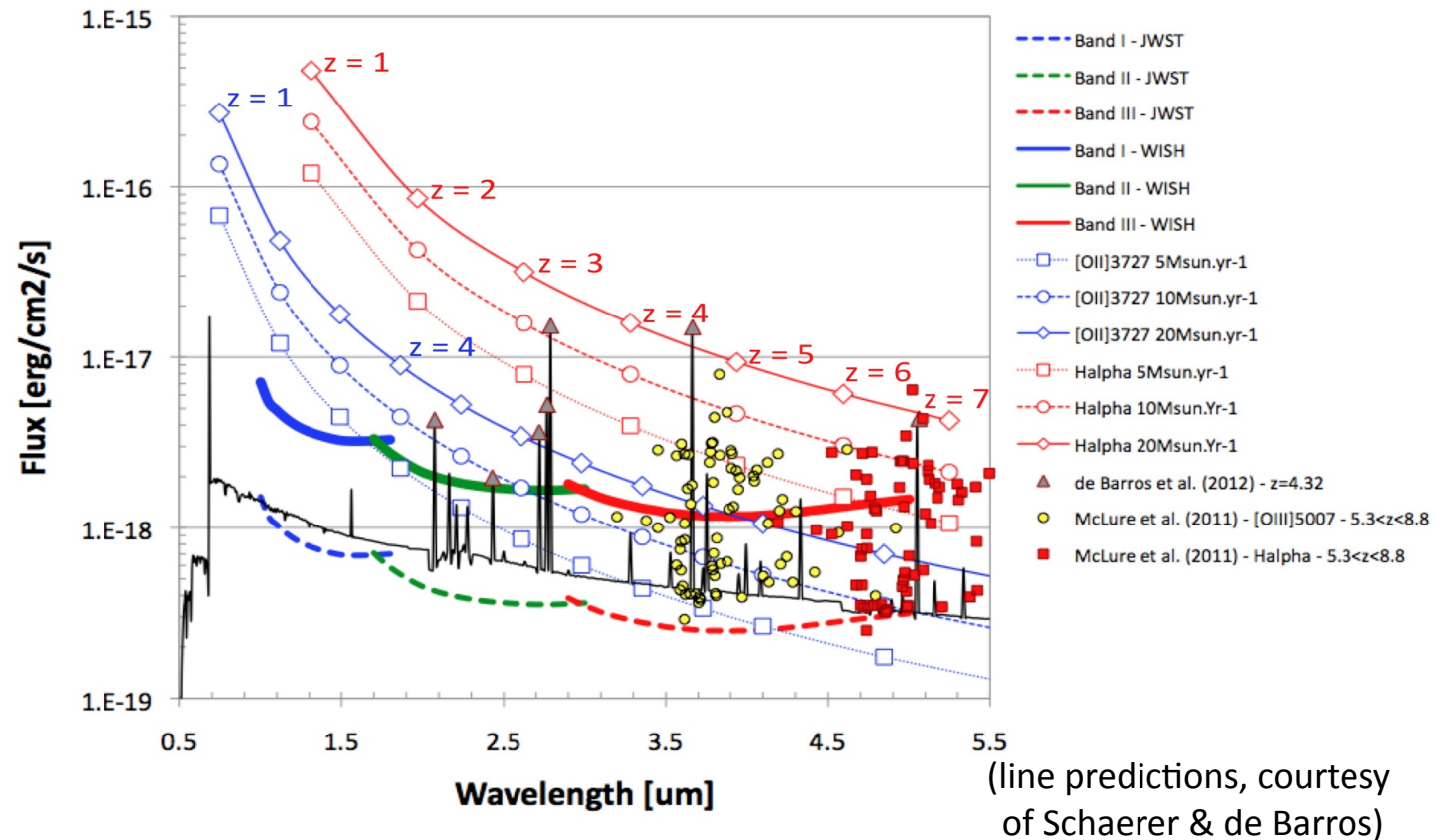
The Wide-field Infrared Surveyor for High-redshift (WISH)

Burgarella D., Pello R., Combes F., Schaerer D., Adami C., Amram P., Bacon R., Boissier S., Boquien M., Boselli A., Braine J., Buat V., Charlot S., Contini T., Cuby J.G., Delsanti A., Dole H., Epinat B., Ferrari C., Flores H., Groussin O., Hammer F., Heinis S., Ilbert O., Lagache G., Lançon A., Leborgne J.F., Marcelin M., Maurogordato S., Perret V., Pointecouteau E., Prieto E., Puech M., Puy D., Reylé C., Slezak E., Surace C., Vernazza P., Wozniak H.

(French team only).
<http://www.oamp.fr/people/burgarella/denis/WISH.html>



Un mode spectroscopique pour WISH

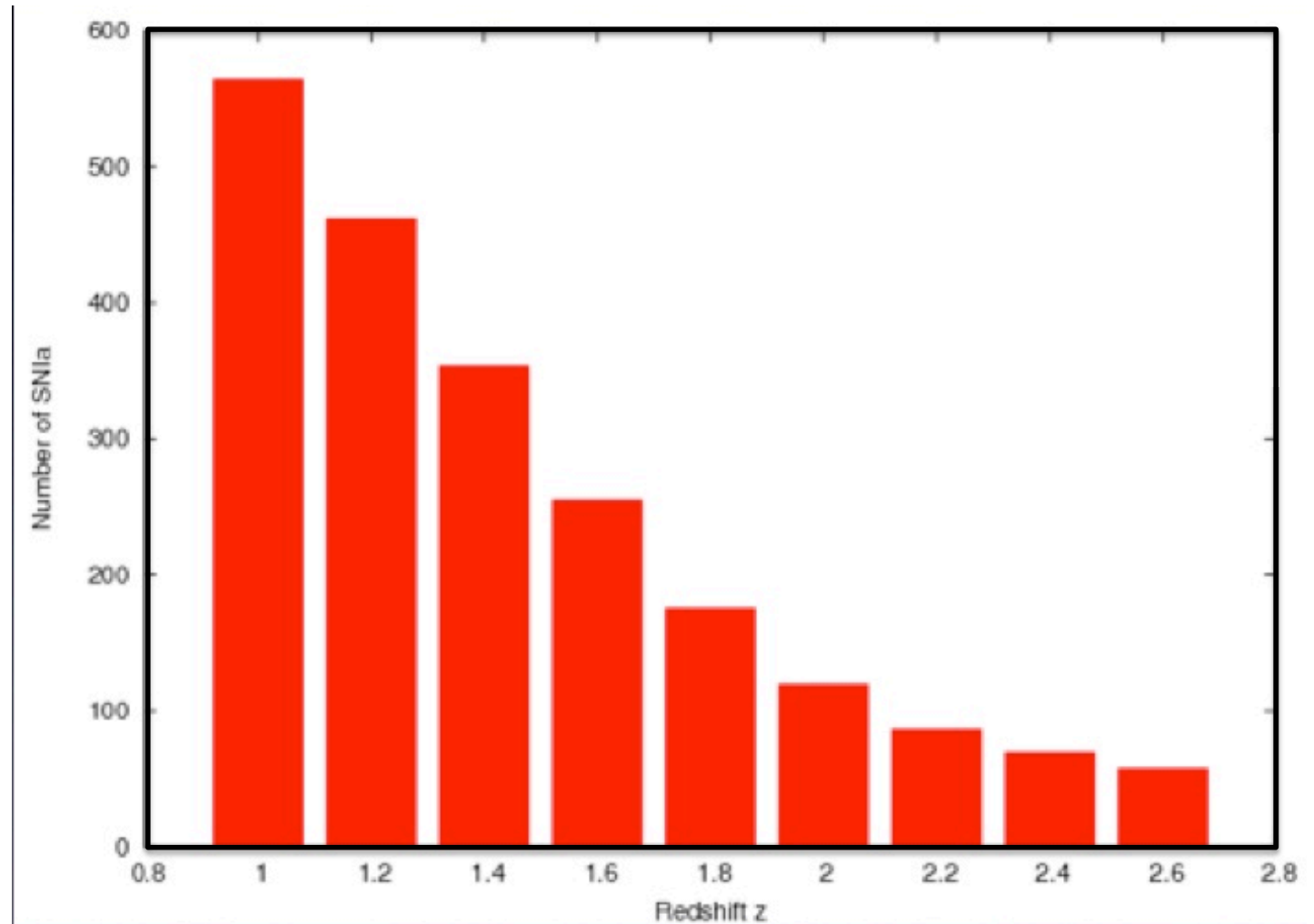


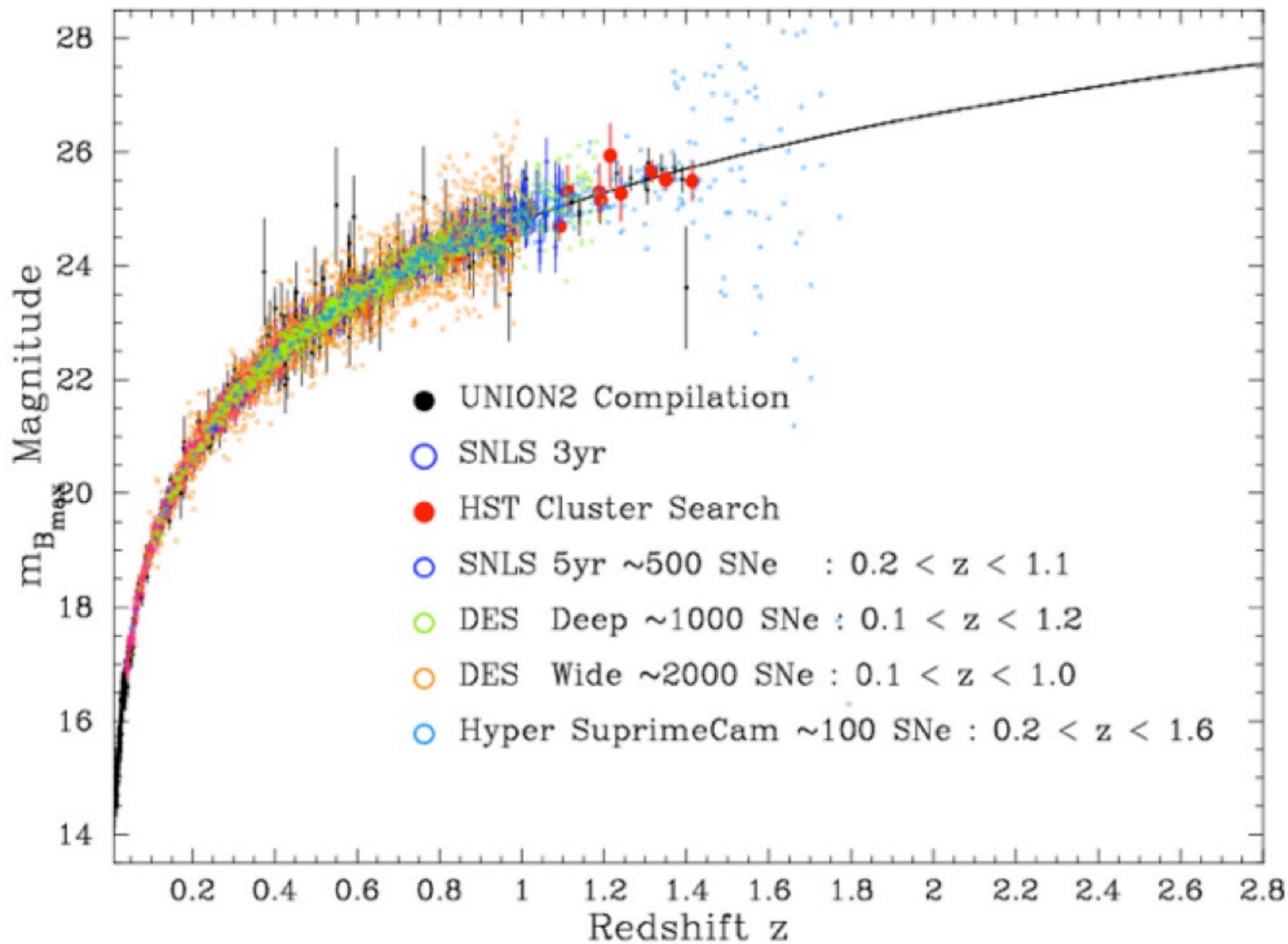
Expected lines fluxes and sensitivity of WISH and JWST. We overplot a spectrum of a sub- L^* LBG ($M_{UV} = -20.$) at $z = 4.32$ from de Barros et al. (2012, black). The **main lines in the rest-frame optical range can be detected at $S/N=10$** . Yellow dots and red boxes correspond to $[OIII]5007$ and $H\alpha$ lines from McLure et al. (2011) at $5.3 < z < 8.8$. Almost half of them can be detected showing that we are able to confirm the redshift of these objects and to measure in detail the strength of these lines. Thin blue lines (continuous, dashed, dotted for $20 M_{Sun}/yr$, $10 M_{Sun}/yr$ & $5 M_{Sun}/yr$) correspond to $[OII]3727$ from $z = 1$ to $z = 11$ while the thin red lines (same as blue but from $z = 1$ to $z = 7$) correspond to $H\alpha$. Both are computed assuming Kennicutt (1998).

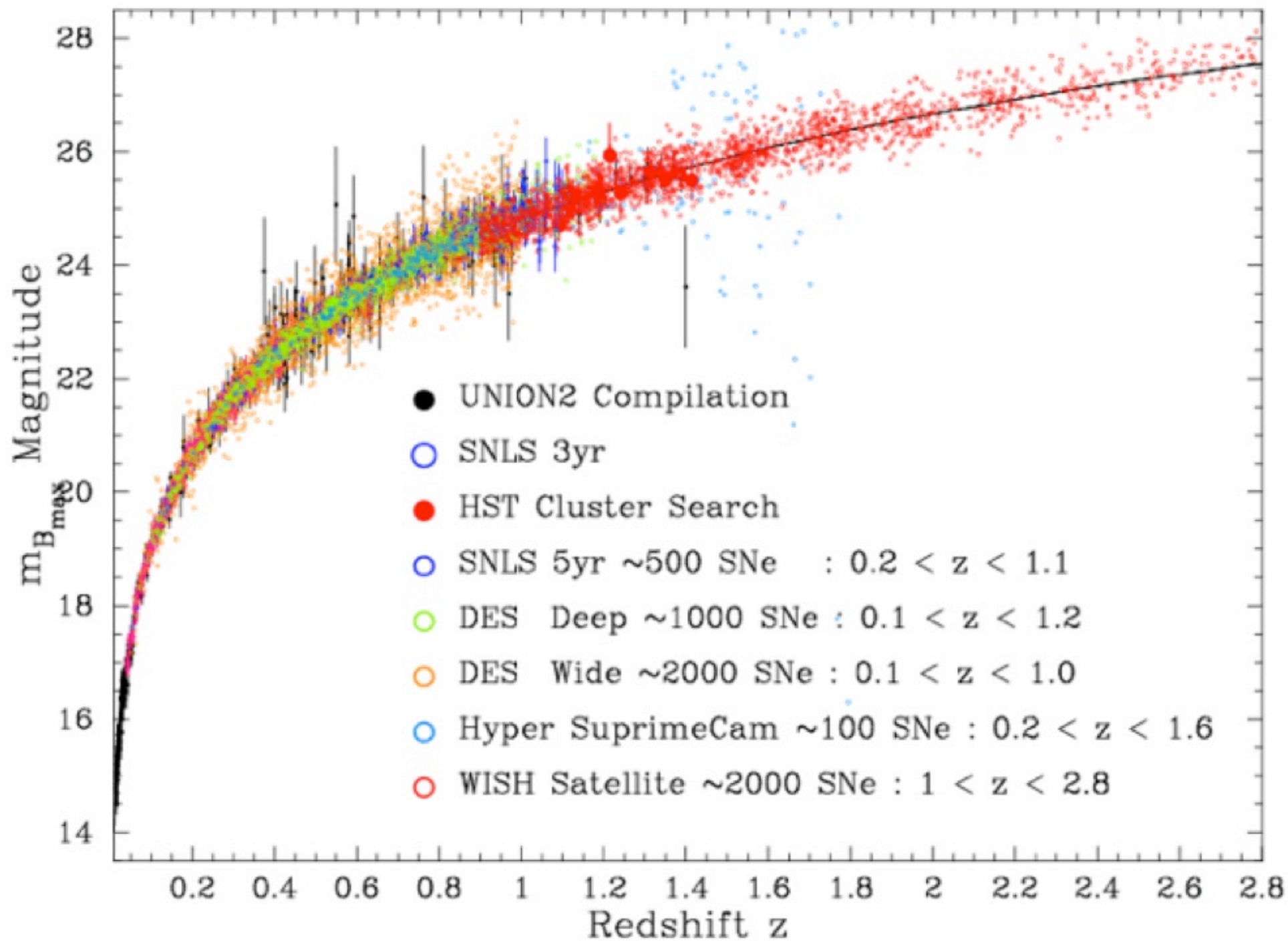


SN Ia avec *WISH*

100 deg², 2000 Sne (3 bands, 5 x 30 jours)







Conclusions

Votre participation à l'atelier et au cas scientifique est importante pour organiser la communauté

- La variation de l'atténuation par les poussières en UV (A_{FUV}) suggère un pic vers $z \sim 1.2$ suivi par un déclin au moins jusqu'à $z \sim 4$.
- La densité totale (UV+IR, SFRD_{TOT}) de formation stellaire commence à décliner vers $z = 3-4$ et atteint vers $z \sim 5-6$, le même niveau qu'aujourd'hui.
- Nous observons un décalage de 2.7-Gyr entre le maximum de A_{FUV} and SFRD_{TOT} .
- Ce travail suggère que l'ère poussiéreuse de l'Univers (c'est-à-dire une atténuation par les poussières supérieure à celle de l'Univers local) a commencé à $z = 3 - 4$.
- *WISH* (s'il est mené à bien) permettra de détecter les premières galaxies apparues dans l'Univers.
- **Atelier WISH début octobre (09/10 à l'IAP, Paris)**
<http://www.oamp.fr/people/burgarella/denis/WISH.html>

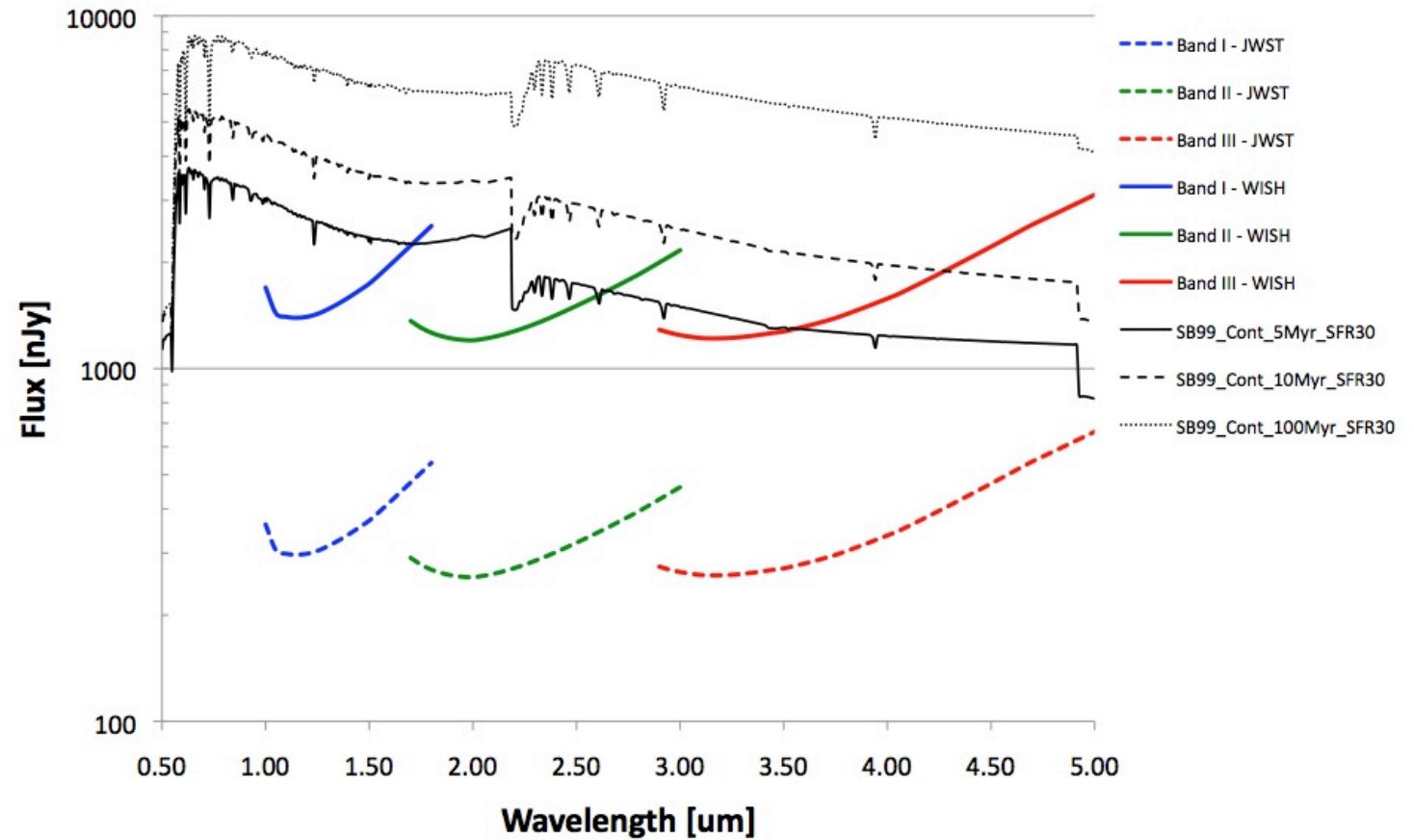
Merci pour
votre
attention



<http://www.oamp.fr/people/burgarella>

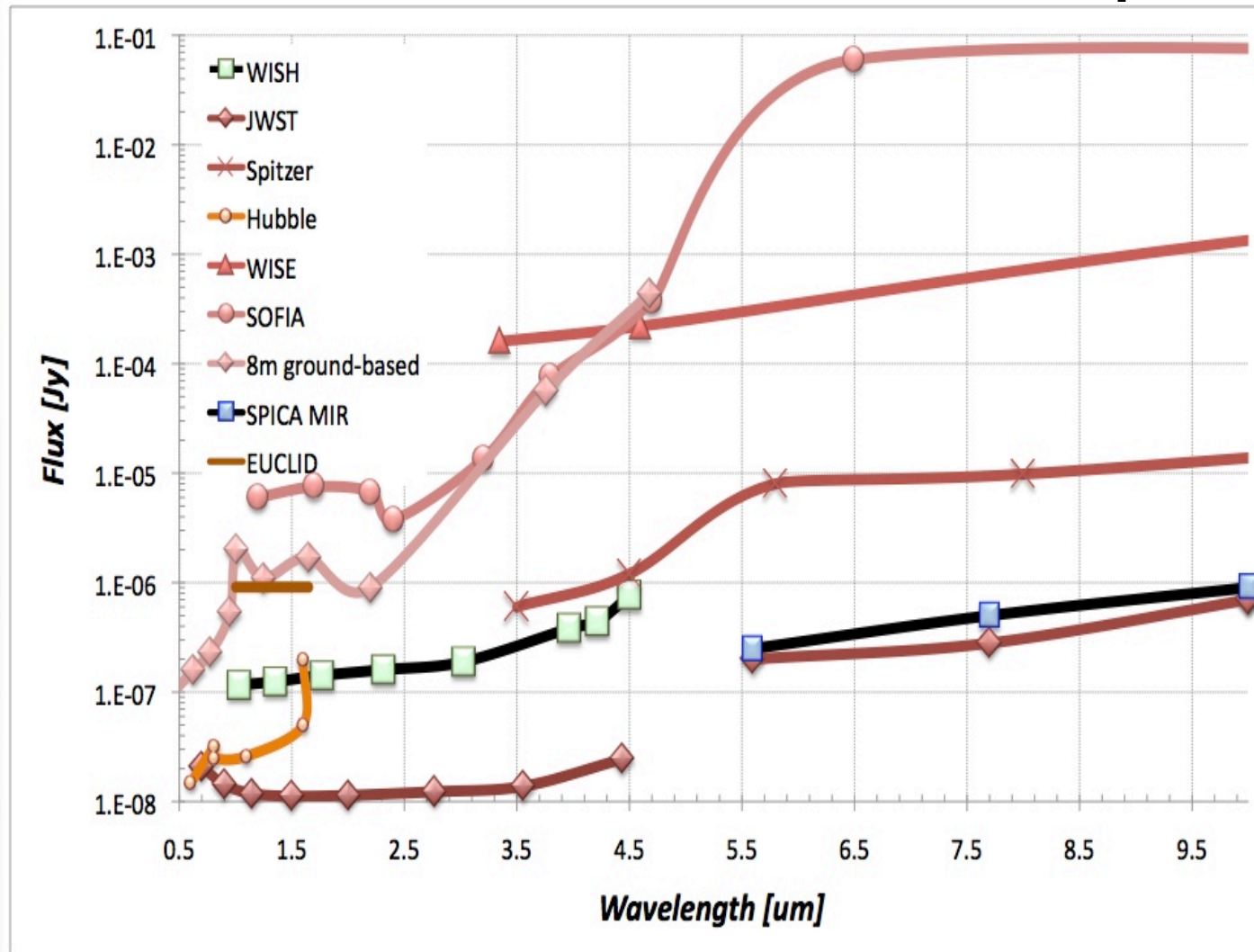


Performances de la spectroscopie WISH en continu





Performances comparées de WISH avec d'autres télescopes





Assemblée des Masses Stellaires

* La densité de masse stellaire n'était pas en accord avec l'intégration de la densité de formation stellaire (Wilkins et al. 2008). La ligne pointillée rouge est une prédiction par Hopkins & Beacom (2006) générée en intégrant la SFRD.

* Les causes possibles de cette tension sont : incertitudes dans les effets des poussières, à la fois sur M^* et sur les SFRs à grand redshifts, des effets d'incomplétude ou bien une variation plus spéculative de la fonction initiale de masse des étoiles (IMF).

