

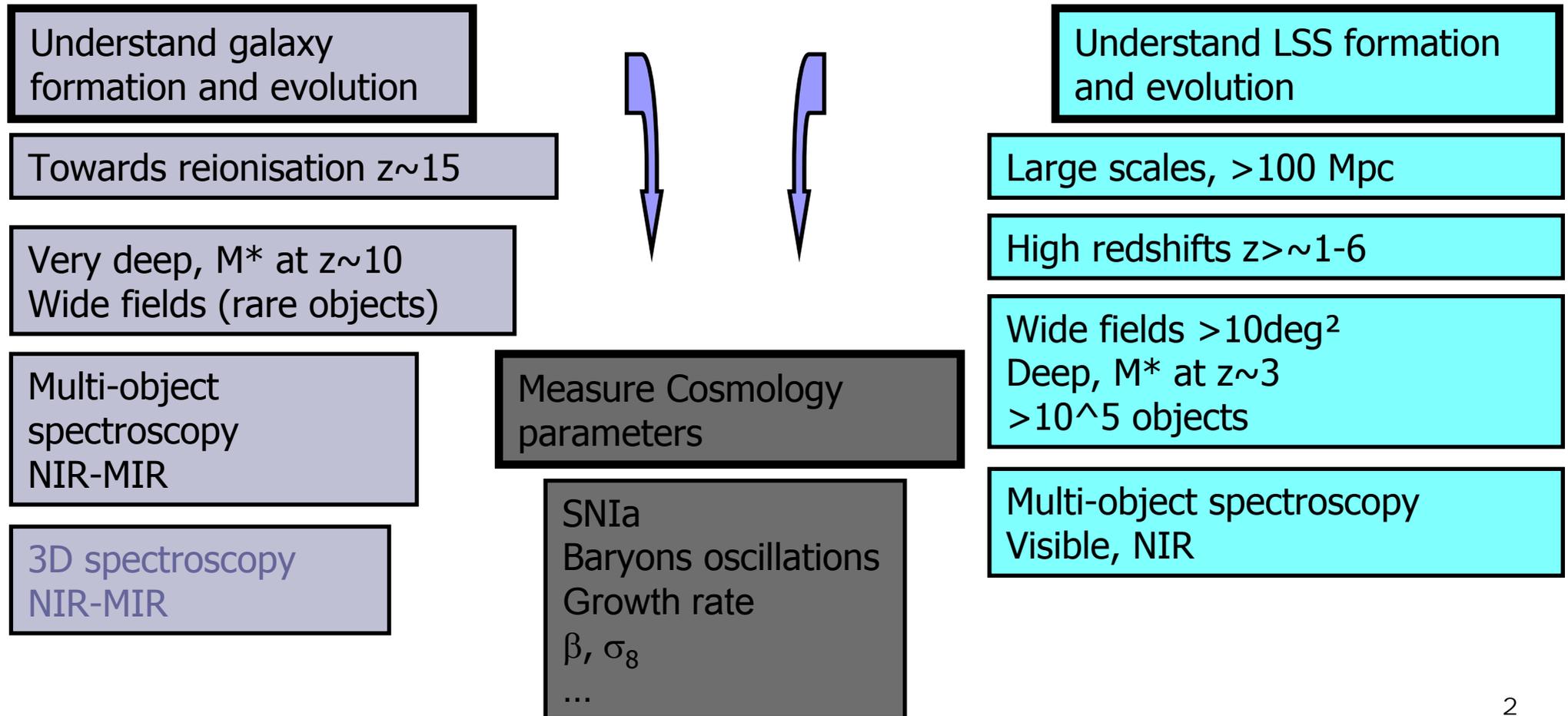
Deep redshift surveys: la prochaine génération

Olivier Le Fèvre, Laboratoire d'Astrophysique de Marseille

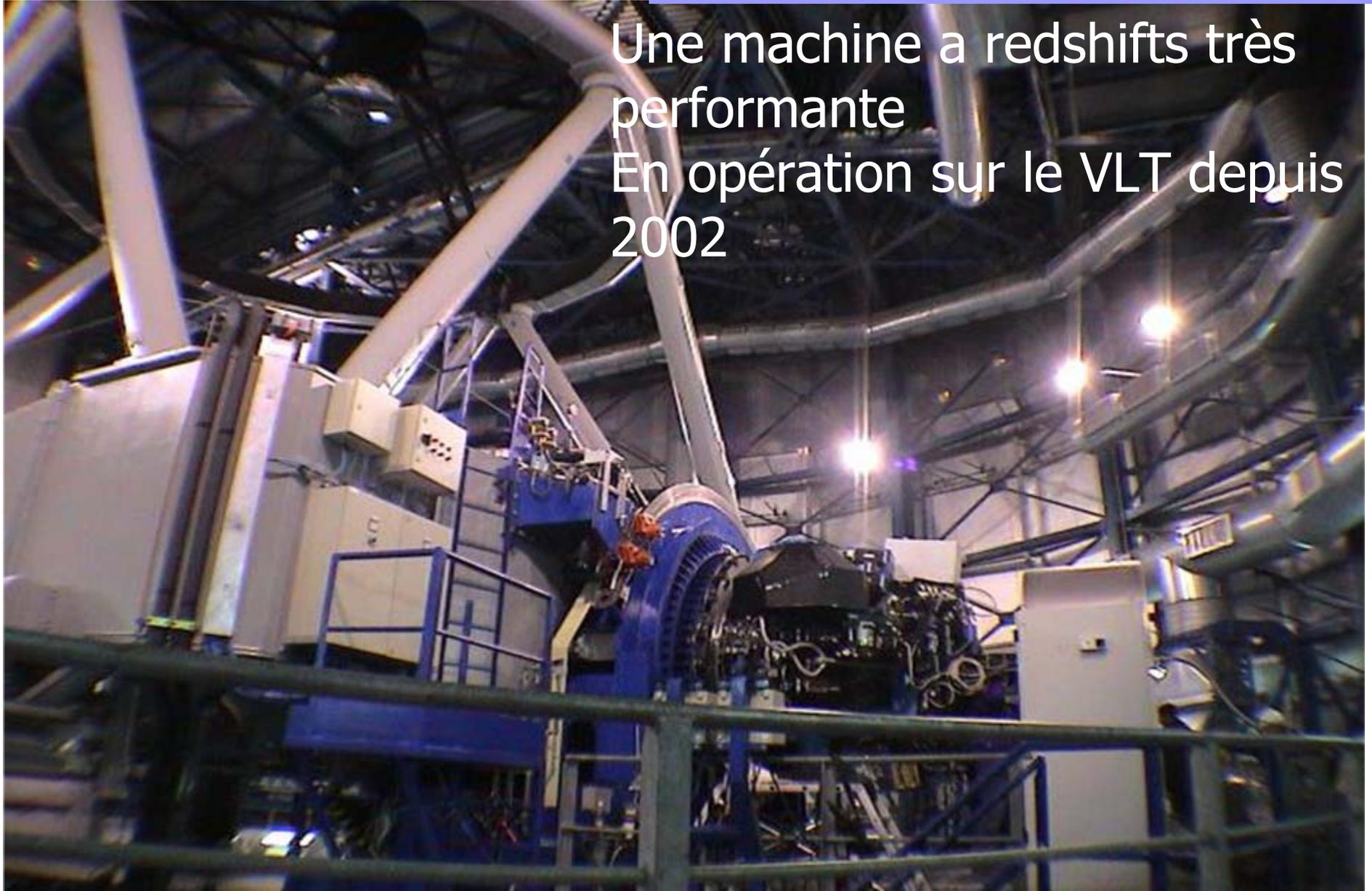
- Aujourd'hui
 - Plusieurs sondages, jusqu'à $z \sim 6$
 - Rôle central de VIMOS sur le VLT

- Demain ?
 - Besoin de sondages massifs
 - Besoin de nouvelle instrumentation

Probing the Universe with spectroscopic surveys



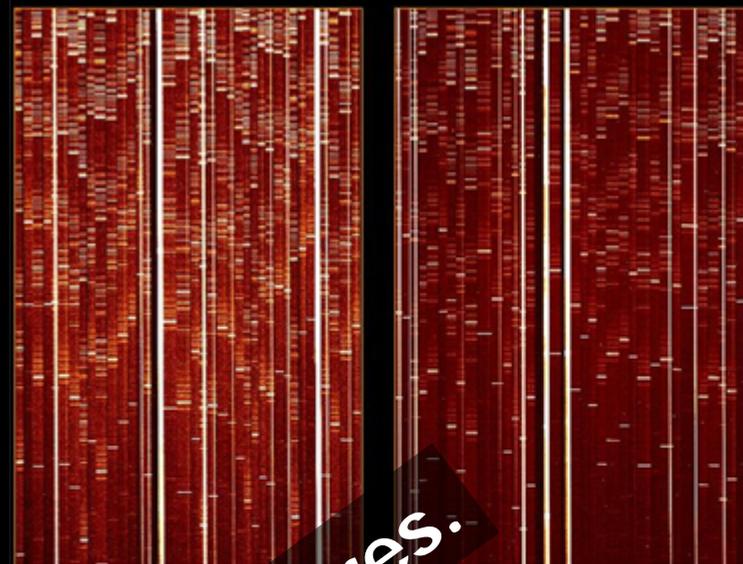
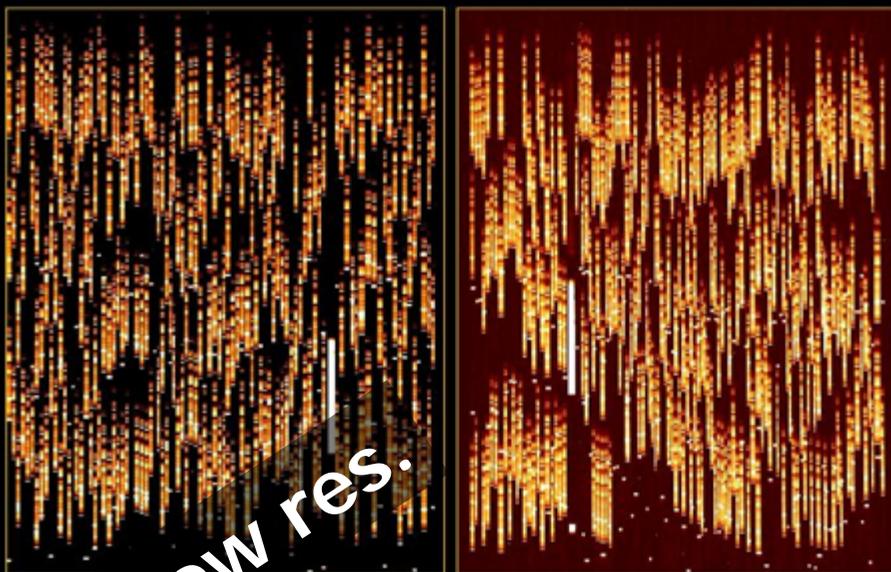
Une machine a redshifts très performante
En opération sur le VLT depuis 2002



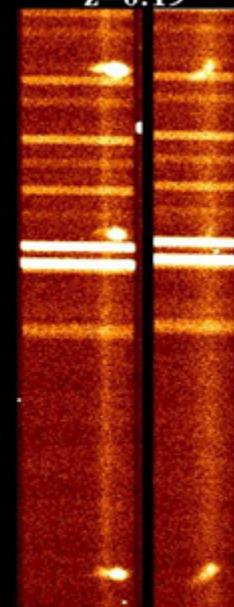
Multi-slit mode

VIMOS at the ESO VLT
measures the distance of **1001 distant galaxies**
in one single observation 28/09/2002

VIMOS at the VLT observes **150 galaxies**
at once at high spectral resolution ($R \sim 4000$)



Hydrogen+Oxygen
 $H\beta + [OIII]$
 $z=0.19$



Oxygen
[OII] doublet
 $z=0.71$



Redshift surveys au VLT

- Plusieurs surveys jusqu'à $z \sim 3$
- Wide and Deep [*VIMOS*]: **VVDS** objectif 30 deg^2 et 1.5×10^5 redshifts
- Wide [*VIMOS*]: **zCOSMOS** (2 deg^2)
- Medium-deep [*VIMOS*, *FORS2*]: **UDF** (1 deg^2)
- Deep [*VIMOS*):
 - **GOODS**, 7000 redshifts
 - **zCOSMOS**, $1.5 < z < 3$, 15000 redshifts
- Ultra-Deep: **VVDS** [*VIMOS*], **GMASS** [*FORS2*)
 - 1000 galaxies, 700 arcmin^2
- Autres
 - 3D integral field: VVDS-SINFONI, FLAMES
 - Other programs...

VIMOS VLT Deep Survey

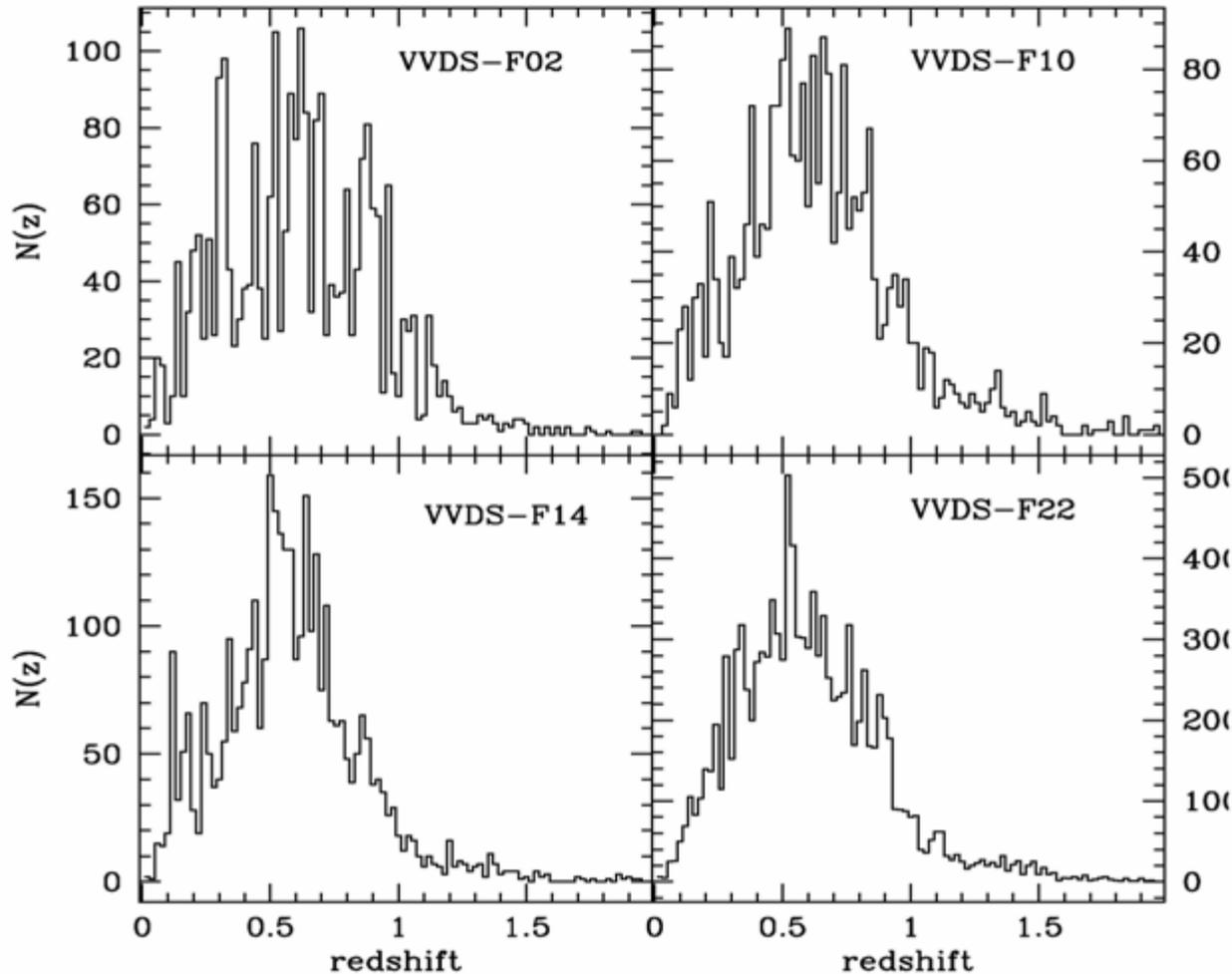
Field	$I_{AB} < 22.5$ WIDE 16+ deg ²	$I_{AB} < 24$ DEEP 1deg ²	$I_{AB} < 24.75$ Ultra-Deep 600 arcmin ²
0226-04		~14000 <i>Public</i>	<i>1000</i> (on-going)
1000+03	~5000		
1400+05	~11000		
2217+00	~15000		
CDFS		~1600 <i>Public</i>	
Total	~31000	~15500	~1000
GOAL	100000	20000	1000

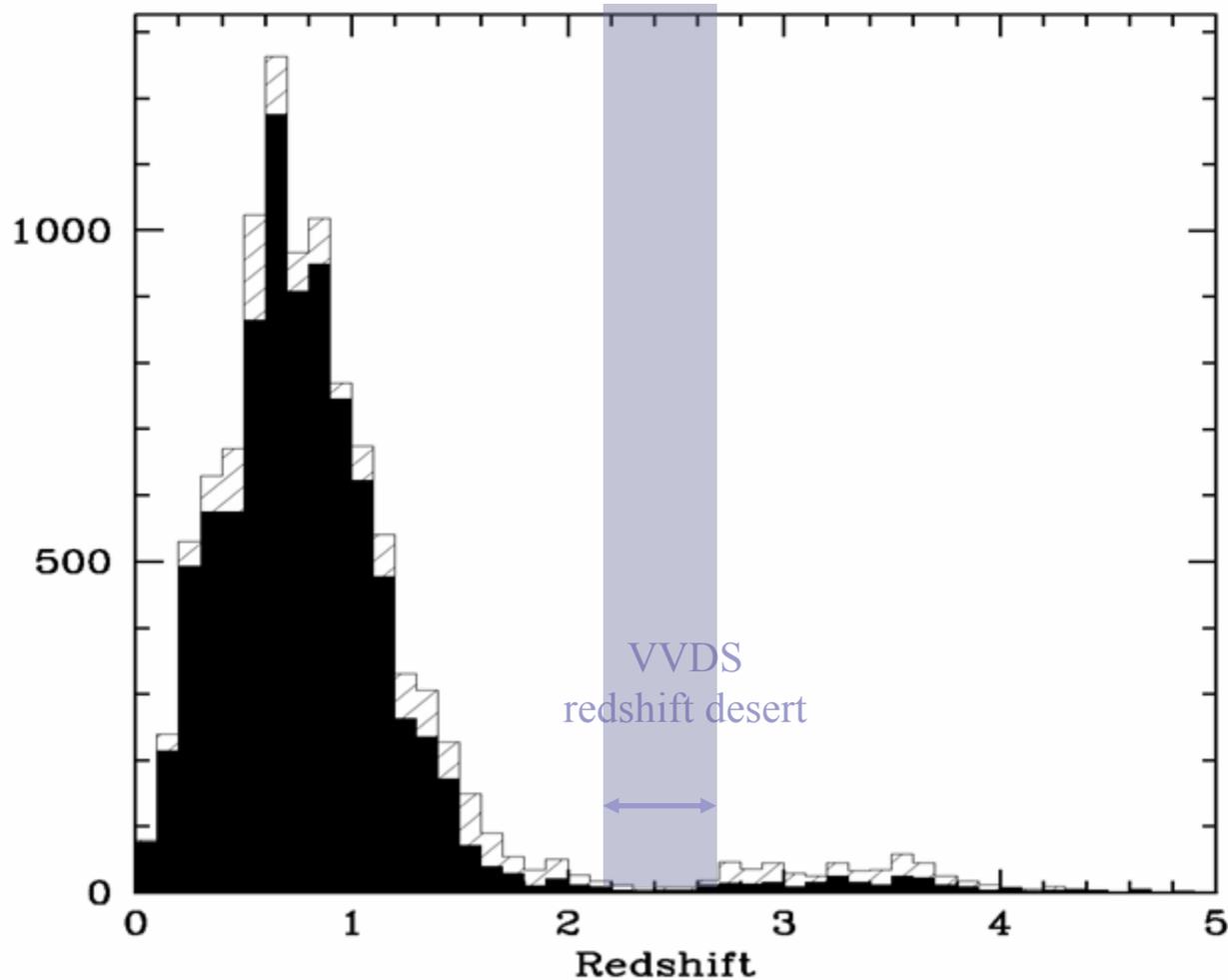
- $R \sim 230$, 5500-9300Å
- ~45000 spectres
aujourd'hui
- Goal >20000 Deep and
100000 Wide

Selection en magnitude seulement: recenser toute la population en minimisant les biais

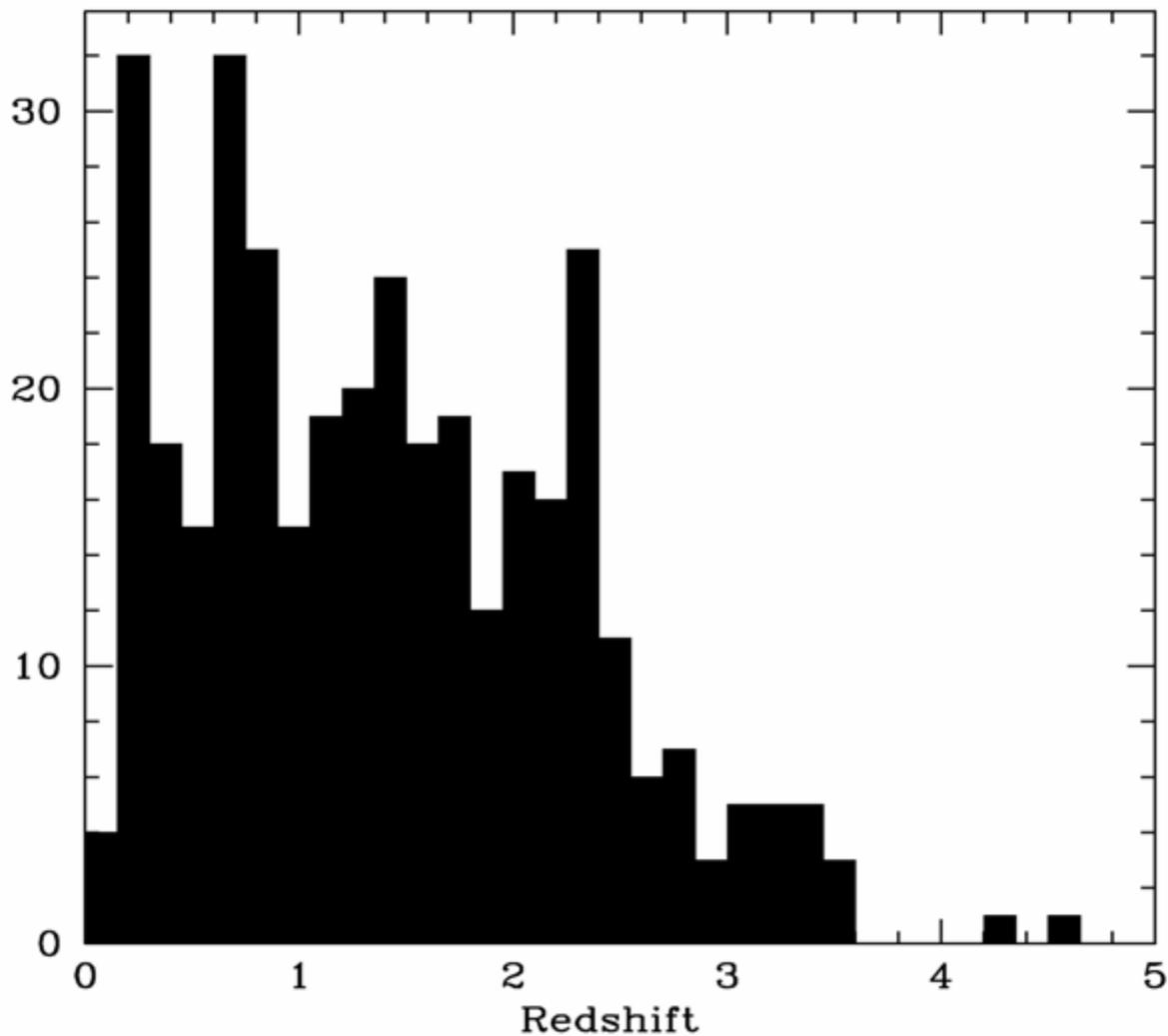
$I_{AB} \leq 22.5$, VVDS-WIDE
 $\langle z \rangle = 0.55$

8 deg² aujourd'hui



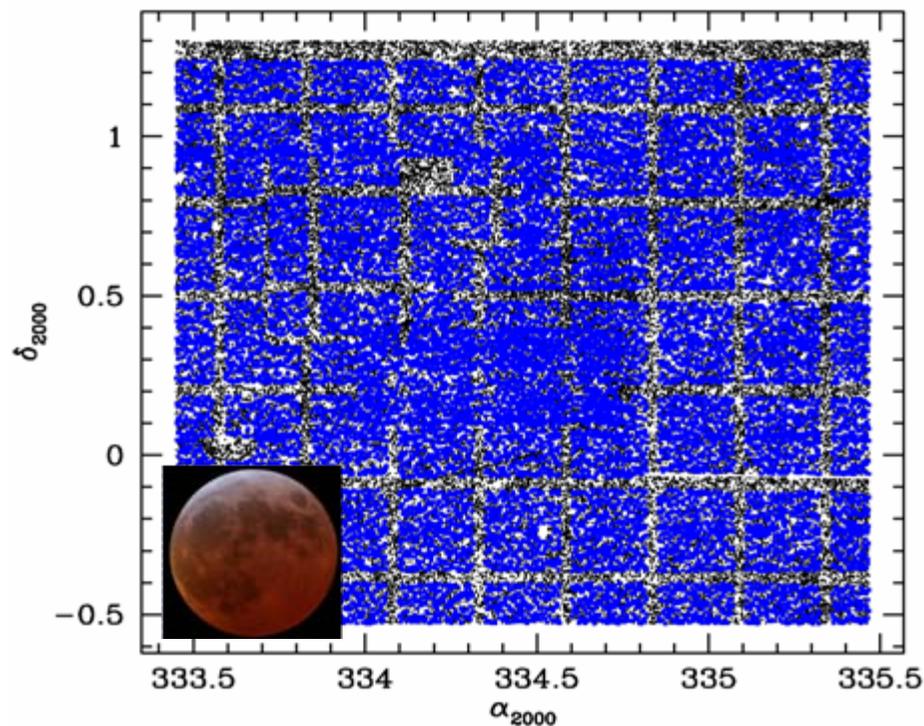


$I_{AB} \leq 24$, VVDS-Deep
 $\langle z \rangle = 0.75$
 Queue de
 distribution jusqu'à
 $z \sim 4-5$



$22.5 \leq I_{AB} \leq 24.75$,
 VVDS-UltraDeep
 $\langle z \rangle = 1.4$
 40% des galaxies
 avec $z > 1.5$

VVDS-Wide, 35000 redshifts



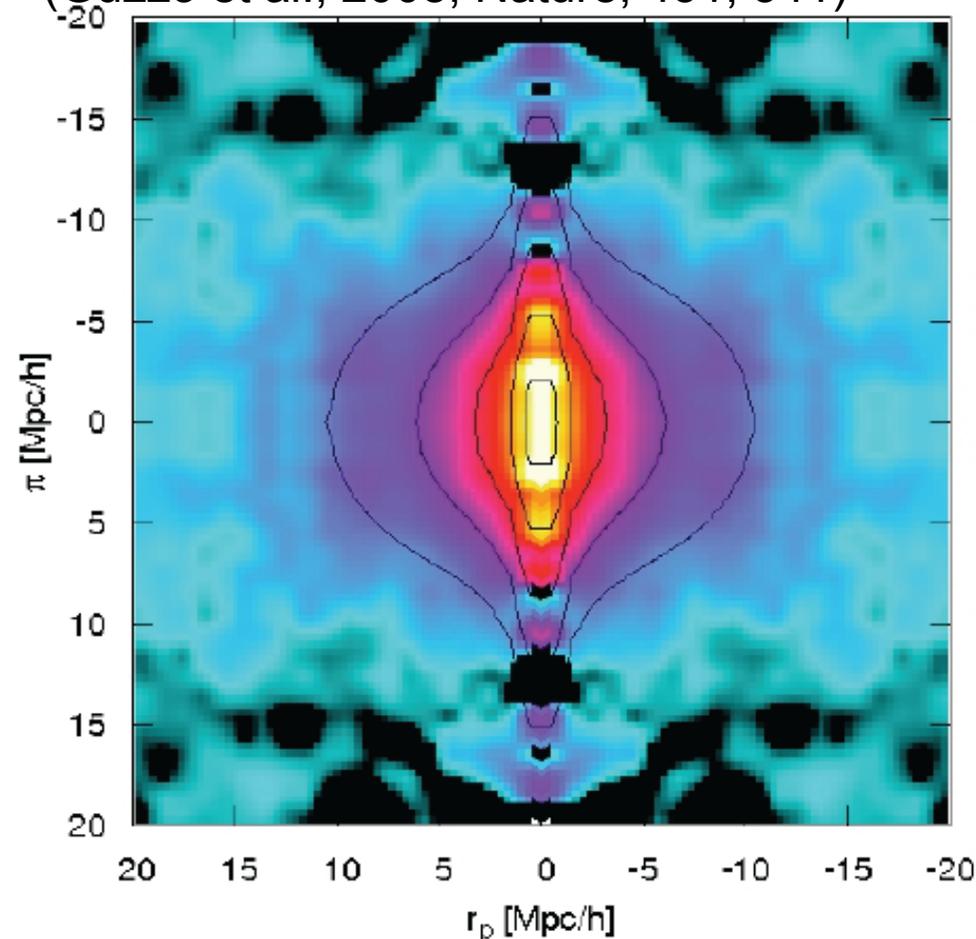
4 deg²

Measuring β at $z=0.8$, using $\xi(r_p, \pi)$

$\beta = 0.7 \pm 0.24$

Dans 8 deg²

(Guzzo et al., 2008, Nature, 451, 541)

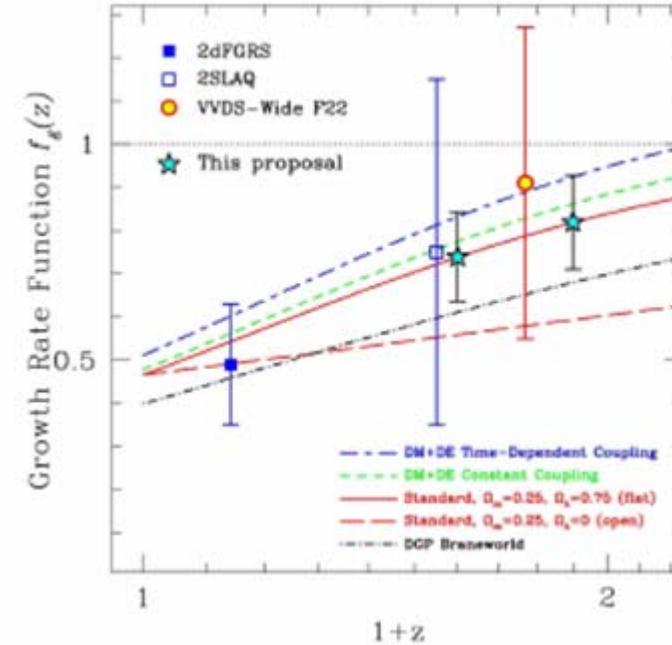
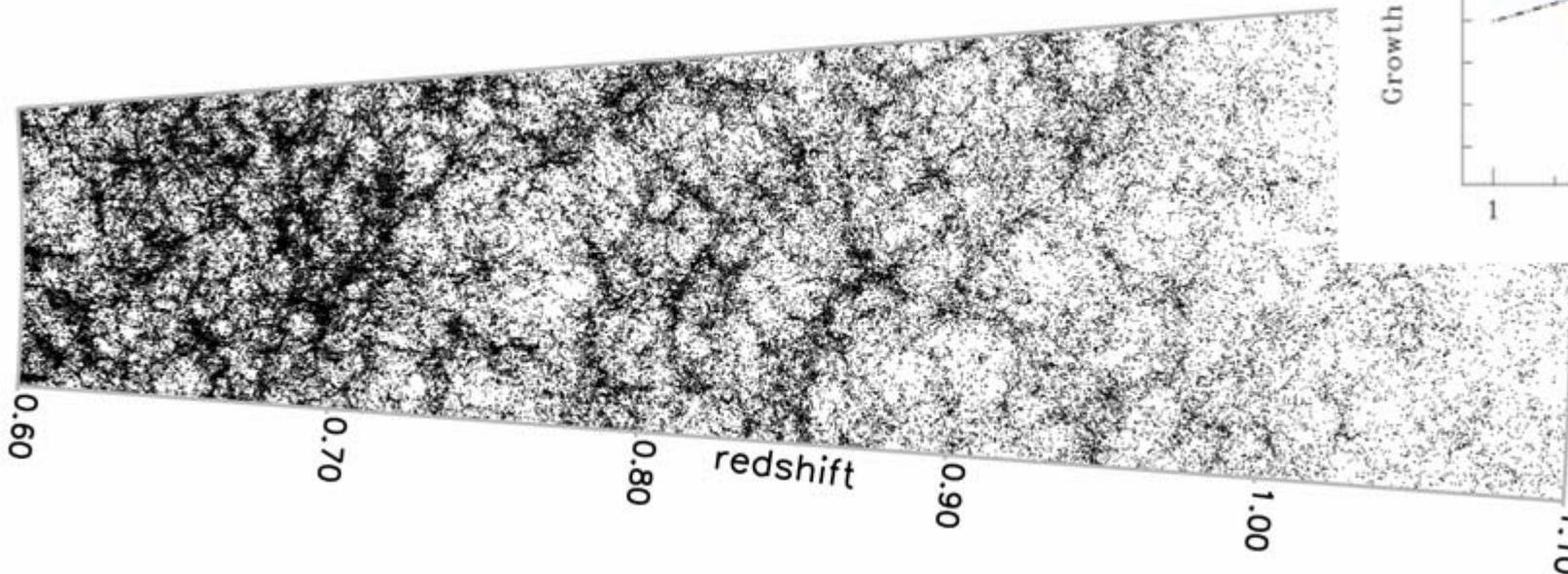


VVDS- Very Wide, 100000 redshifts



Soumis à l'ESO
100000 redshifts
25 deg²

Mesure du taux de croissance
Des structures

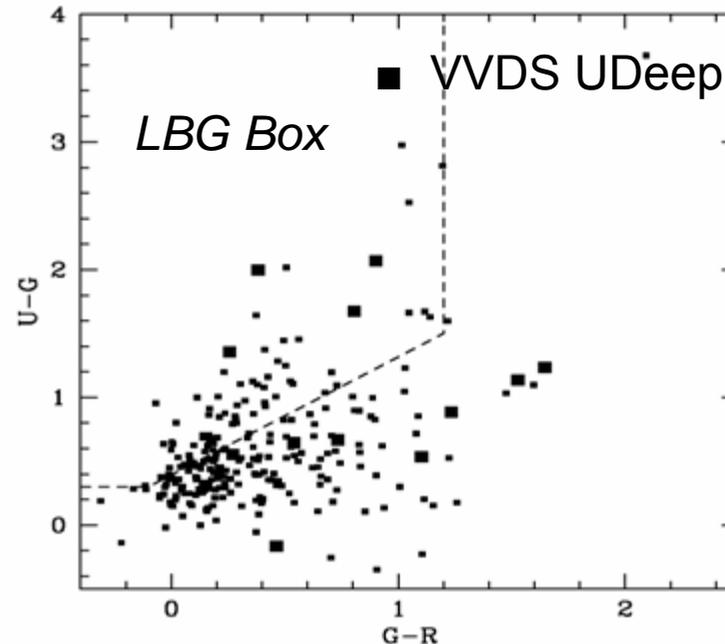
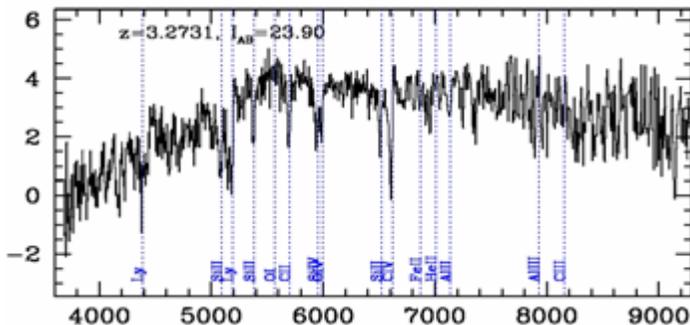
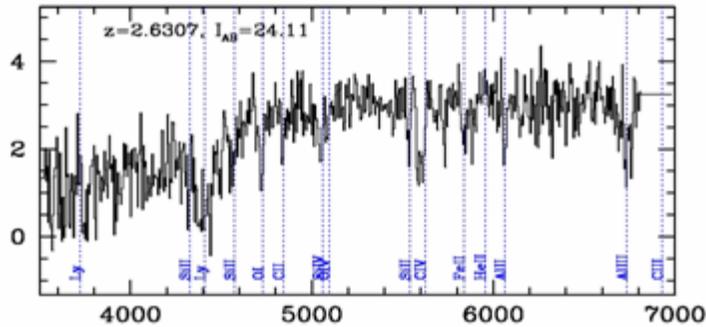
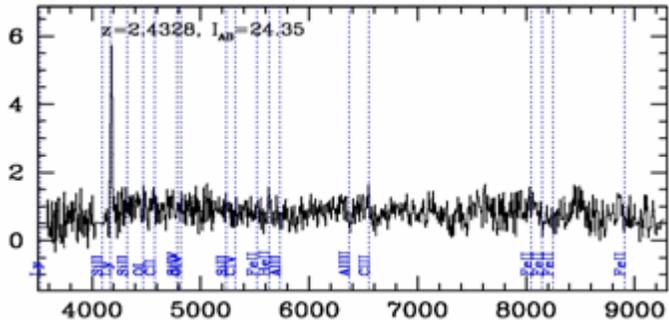


Millenium (J. Blaizot)

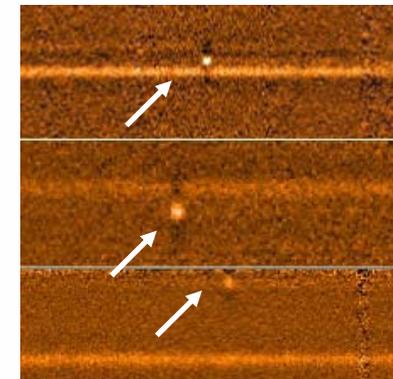
VVDS-UltraDeep



- Selection en magnitude $I_{AB} \leq 24.75$
- Recensement complet
 - Pas d'a priori
 - $\sim 40\%$ des galaxies à $z \sim 3$ ne sont pas LBGs



Emitteurs $Ly\alpha$ LAE
Serendipitous



$z=2.43$

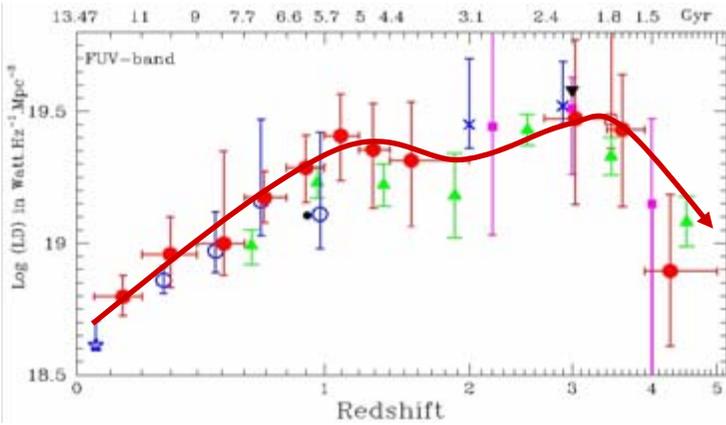
$z=4.45$

$z=3.54$

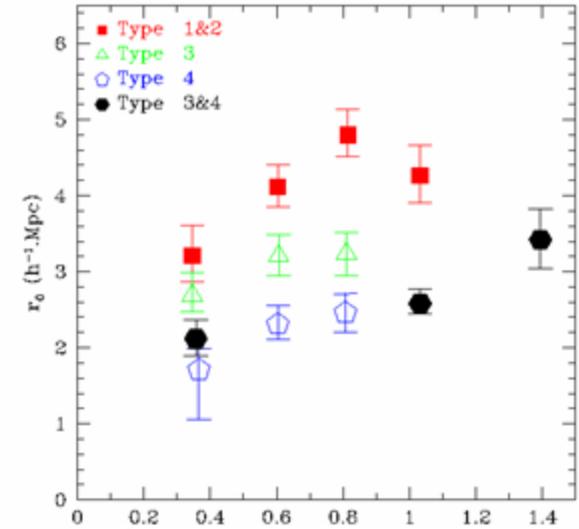
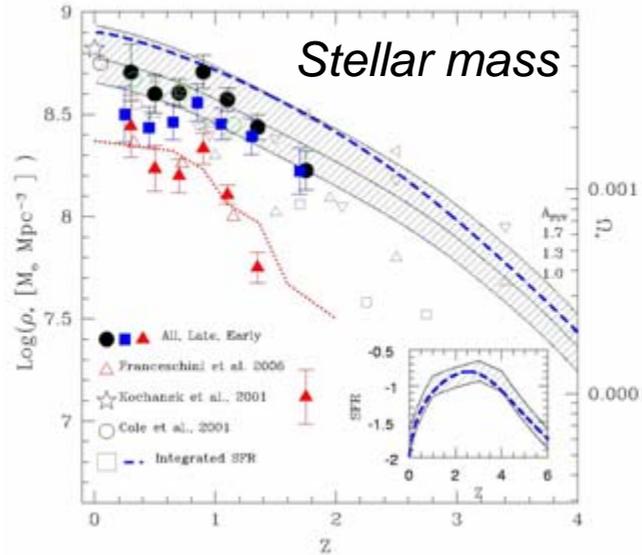
WVDS: résultats



Luminosity Density

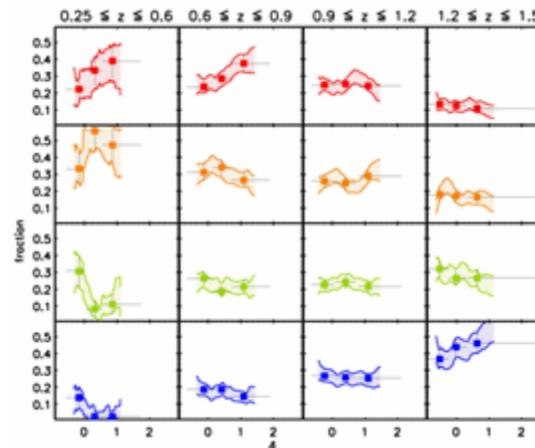


Stellar mass

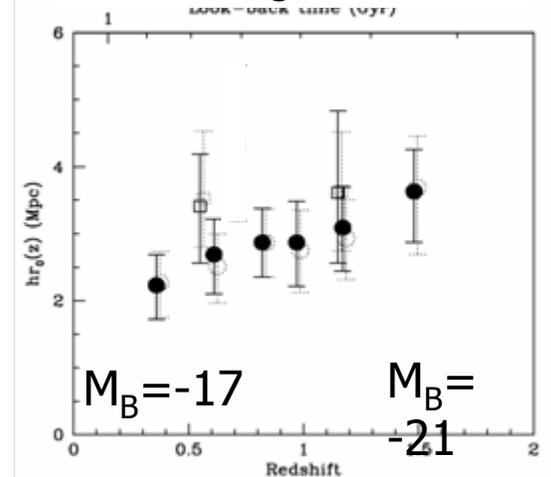


Clustering

Evolution jusqu'à $z \sim 4$:
 Fonction de luminosité
 Par type
 Par environnement
 Densité de luminosité / SFR



Type-density relation evolution



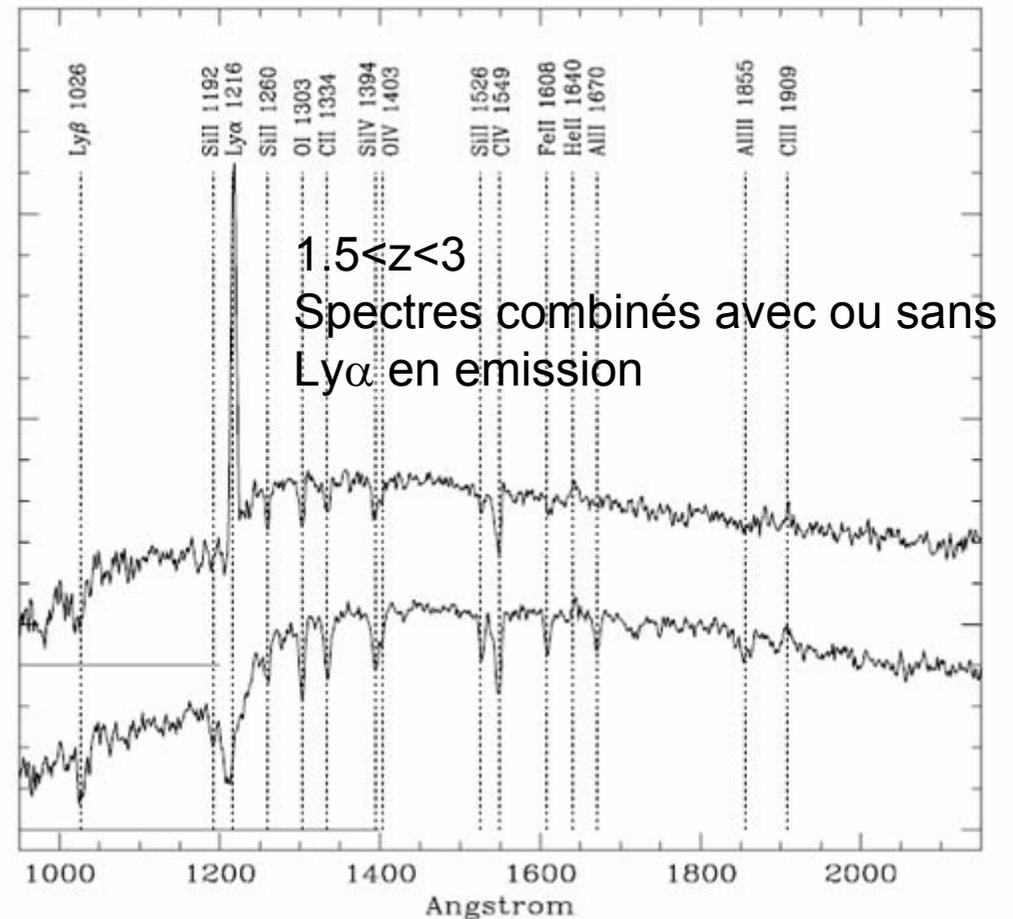
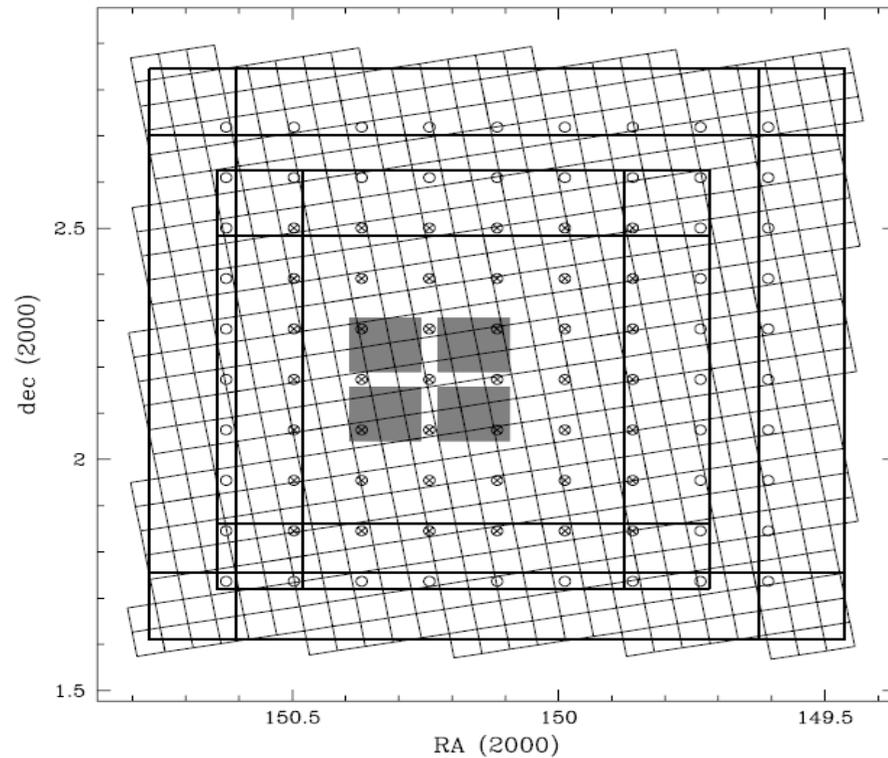
40+ articles publiés

zCOSMOS

Champ HST-COSMOS 2 deg²
Lilly et al.

Avec VLT-VIMOS

- Wide: 2 deg², 25000 spectres, $I_{AB} \leq 22.5$, $0 < z < 1.2$
- Deep: 1 deg², 15000 spectres, BzK+UGR selected $1.5 < z < 3$



Sondages en redshift en cours: résumé

Les sondages en redshift sont un outil clé de la cosmologie

- A $z \sim 1$: $\sim 10 \text{ deg}^2$, $\sim 100 \text{ Mpc}$, quelques 10^4 redshifts
- A $z \sim 2-3$: $\sim 1-2 \text{ deg}^2$, $\sim 50 \text{ Mpc}$ scales, quelques centaines de redshifts, plusieurs 10^3 redshifts en cours
- A $z = 4-6$: quelques dizaines de redshifts spectroscopiques

C'est 20-100× moins à $z \sim 1$ que 2dFGRS+SDSS localement

- Continuer l'effort: plus de statistiques, grands volumes
- Important effort humain
 - La mesure automatique de redshift dans $0 < z < 5$ n'est pas encore possible

Quels sondages de prochaine génération ?

1. "SDSS à $z \sim 1$ " 5 ans
 - 10^6 galaxies, 50-100 deg²
 - Échelles > 200 Mpc
 - AB ~ 23
2. All-sky survey $z \sim 1-2$ 10 ans
 - Quelques 10^8 galaxies, 20000 deg²
3. "VVDS à $z \sim 3-6$ " 5 ans
 - Quelques 10^4 galaxies, 25 deg²
4. Sonde ultra profonde $z \sim 10$ 5-10 ans
 - Quelques centaines d'objets, AB ~ 26

Mesurer le modèle cosmologique: BAO, croissance des structures
Formation et évolution des galaxies

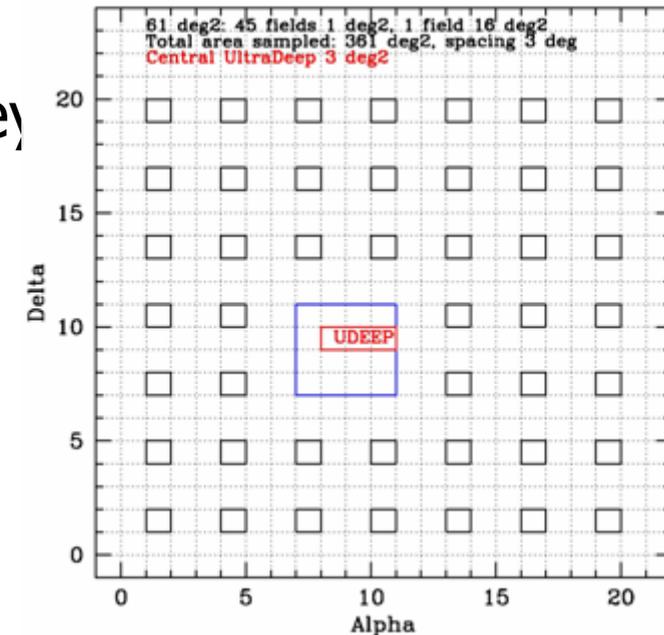
1. SDSS à $z \sim 1$

- "SDSS at $z \sim 1$ ": BAO+growth+... (galaxies, clusters, QSOs)
 - 7×10^6 galaxies, quelques centaines de deg^2
 - $> 200 \text{Mpc}$ scales
 - $AB \sim 22.5$
- Plusieurs projets en cours / discutés:
 - Wiggle-z (en cours)
 - SDSS-LRG (en cours)
 - BOSS (début en 2008)
 - VIMOS very wide (discuté)
 - WFMOS-MegaMOS (discuté, pas financé, start > 2012)

Prochains sondages en redshift

$z \sim 0.5-1$

- WigggleZ
 - AAT – AAOmega spectrographe
 - 400,000 galaxies, UV-selected, 1000 deg², $0.5 < z < 1.0$
 - 220 AAT nuits en cours, 2006-2009
- SDSS luminous red galaxies (LRGs)
 - $z \sim 0.7$
 - 47,000 galaxies en 2009
 - 80,000 galaxies dans 8000 deg² en 2010
- BOSS: Baryon Oscillations Spectroscopic Survey
 - telescope SDSS dédié spectroscopie 2009-2013
 - 1.5 million LRGs $i < 20$, $z < 0.8$, dans 10,000 deg²
 - 160,000 QSOs $g < 22$, $2.3 < z < 3$, dans 8,000 deg²
- VIMOS: 700 deg² jusqu'à $z \sim 1.2$
 - 300-500 nuits avec VIMOS
 - ~ 1 million de galaxies



2. 'All-sky' survey à $z \sim 1-2$

- Spécifications:
 - 20000 deg² (haute latitude galactique)
 - $z \sim 0.5-2$, AB ~ 23
 - 5-10 ans
 - "Stage IV" Dark Energy experiment (DETF)
- Nouvelle instrumentation spatiale
 - mission SPACE : multi-slit
 - Étudié avec l'ESA pour 'Cosmic-Vision'
 - telescope 1.2m, 0.5deg field, 10000 spectre avec micro-mirrors
 - 0.5×10^9 redshifts en 3 ans, jusqu'à H=23 (15 min)
 - Adept – JDEM: slitless prism – objective
 - Prisme sur SNAP – JDEM ?

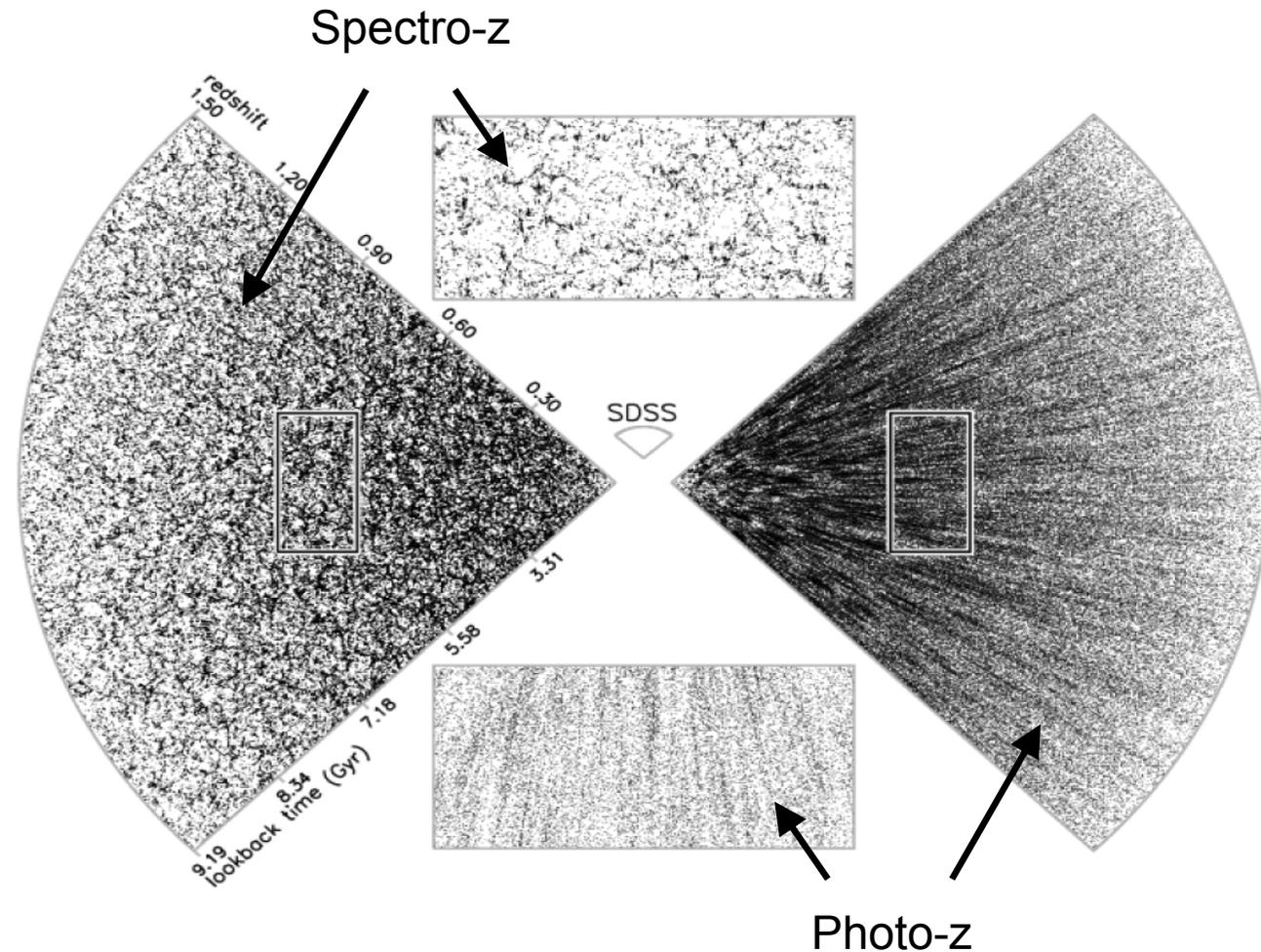
SPACE: un sondage sans précédent

■ Sondage principal

- 70% de la sphère céleste
- $H=23$
- $0 < z < 2$
- 0.5×10^9 objets

■ Sondage profond

- 10 deg^2
- $H=26$
- $1 < z < 10$
- 2×10^6 objets



EUCLID= SPACE + DUNE @ ESA

- ESA a pré-sélectionné une mission « énergie noire », en cours d'étude pour Cosmic Vision
- Science Working Group DUNE + SPACE, conclusions:
 - Combiner les objectifs scientifiques
 - 1 seule mission, 20000 deg²
 - Concept Avril 2008
 - Suivi d'études techniques
- Avantage considérable de combiner Weak Lensing et BAO + croissance des structures dans une même mission

3. VVDS à $z=3-6$

- Objectifs:

- u, g, r, I, z band Lyman-break, sélection en magnitude, et sélection $\text{Ly-}\alpha$ à $I_{\text{AB}} \leq 25$
- 25 deg^2 pour sonder $>100\text{Mpc}$ et évaluer l'évolution de la densité cosmique
- Quelques 10^4 spectres

- Faisable avec les capacités actuelles

- VIMOS:
 - integrations de $\sim 20\text{h}$
 - $4000\text{h}=500$ nuits

Peut être fait aujourd'hui !
dédier VLT-UT3+VIMOS

4. Sonde ultra - profonde $z=10$

- Objectifs: époque de réionisation
 - $H\sim 26$
 - Quelques centaines d'objets
 - Champ: dépend de la densité de sources (inconnue)
- Possible seulement avec les prochains observatoires
 - ELT multi-slit et multi-IFU
 - Avantage à l'espace (diminuer le fond thermique et atmosphérique)
 - SPACE: 2×10^6 redshifts $H=26$, 1000 galaxies $z\sim 7.7$, "N" with $z>8$
 - JWST, avec sources identifiées avec VISTA

- Redshift surveys: un outil crucial pour la cosmologie
 - Propriétés globales galaxies/LSS, des petites aux grandes échelles, vision compréhensive de l'évolution
 - Seuls les groupes avec accès à des sondages majeurs sont compétitifs (rappel: la cosmo en France il y a 15 ans, pas d'accès aux données !)
- Continuer les grands sondages
 - BAO et structures à grands $z > 0.5-1$
 - Formation et évolution des galaxies

- Court terme: engager quelques grands sondages publics
 - $z \sim 1$, 10^6 redshifts
 - $z \sim 3-6$, 10^5 redshifts
 - Recommandations du STC-ESO de Novembre 07
 - Public surveys with VIMOS (dédier VLT-VIMOS)
 - CCDs de nouvelle génération sur VIMOS
- Moyen terme
 - Groupe de reflexion issu des workshops Marseille / Grenade / Edimbourg
 - Nouveau spectro MOS grand champ sur 8m avec 3000-10000 fentes / fibres
 - Sondage de type SPACE: all-sky, quelques $\times 10^8$ redshifts
- Long terme: JWST, SPACE, ELT...