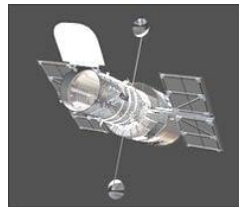
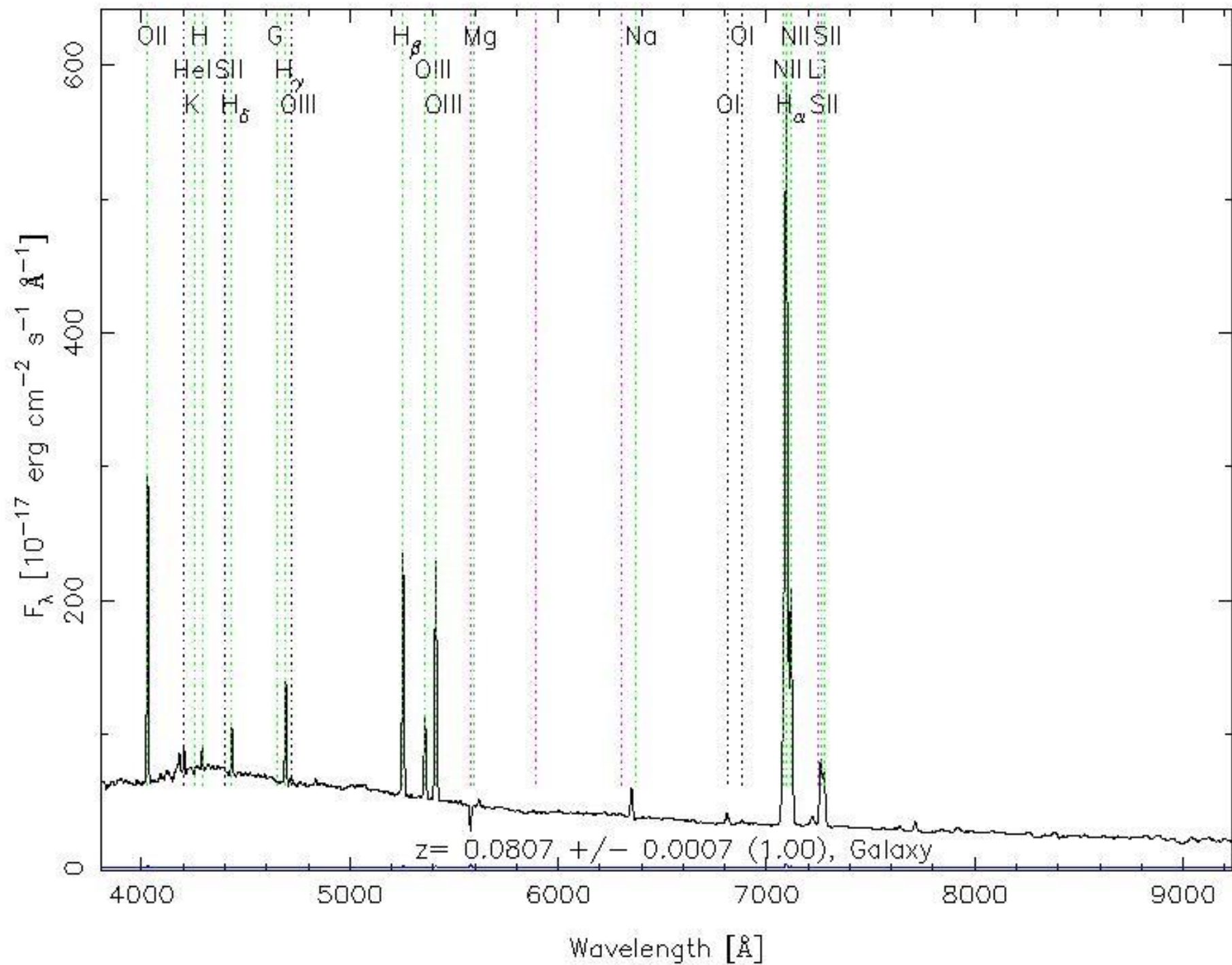


Les Galaxies Naines Bleues compactes (BCDs)

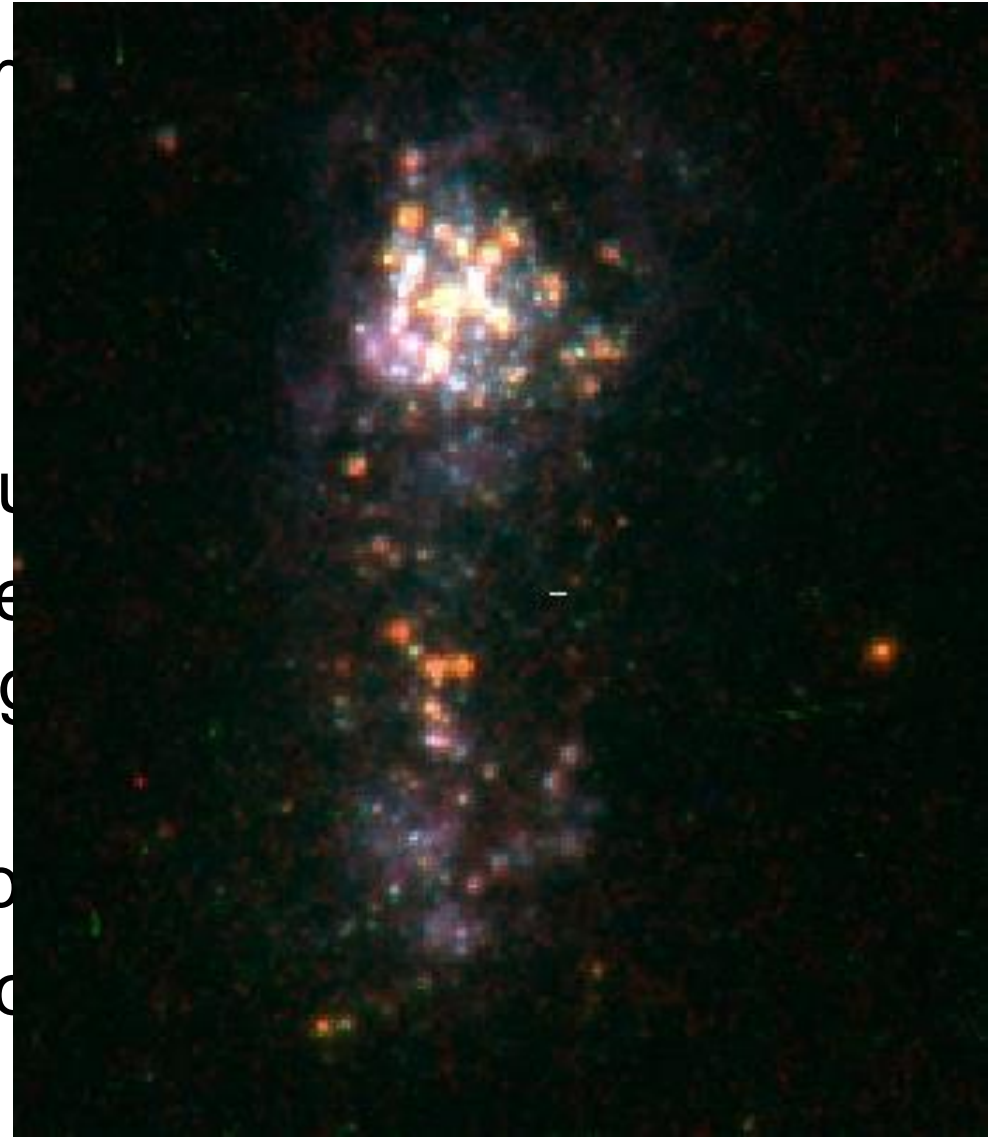


Société Astronomique de France, 17 janvier 2004



Propriétés globales

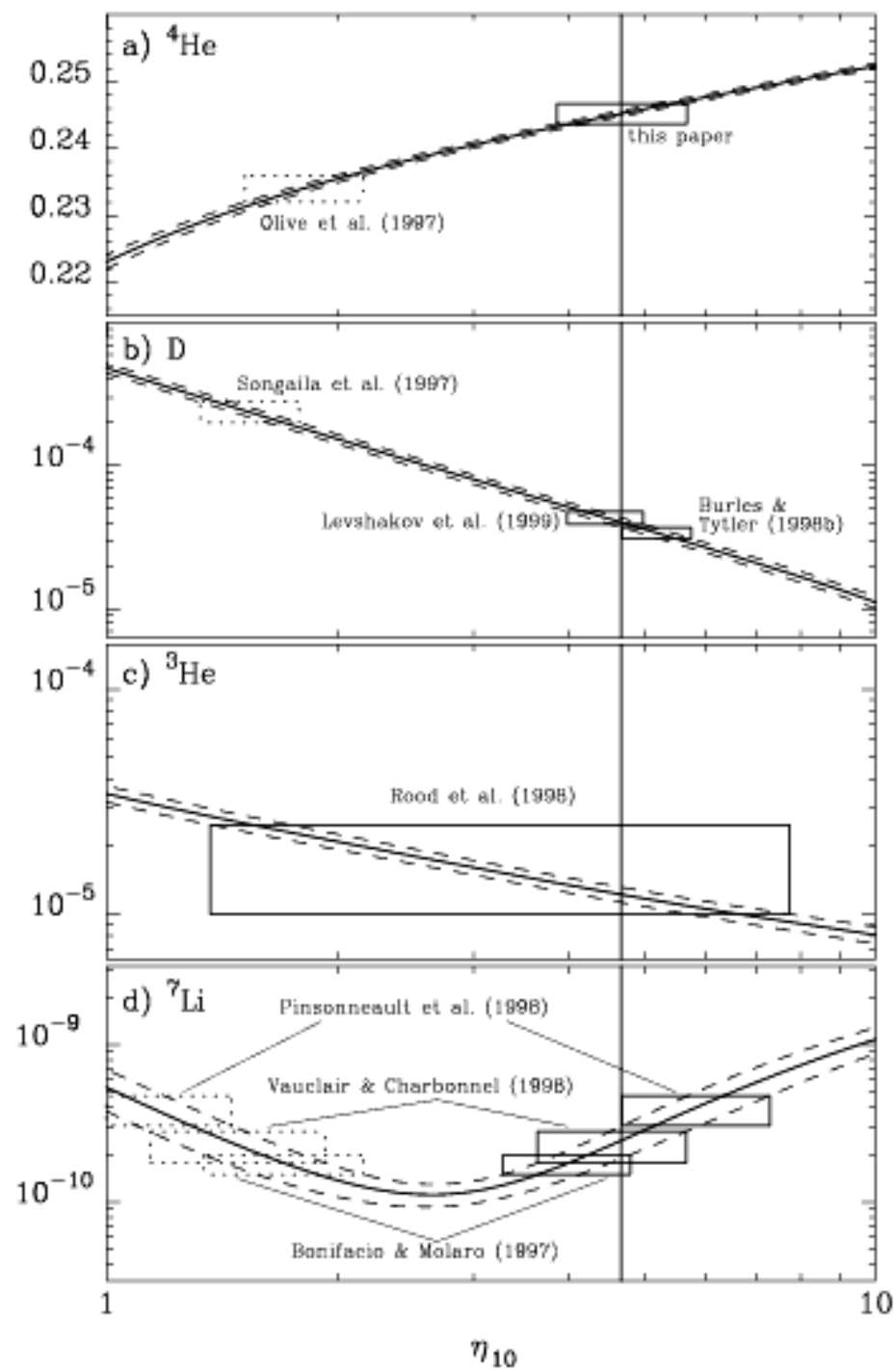
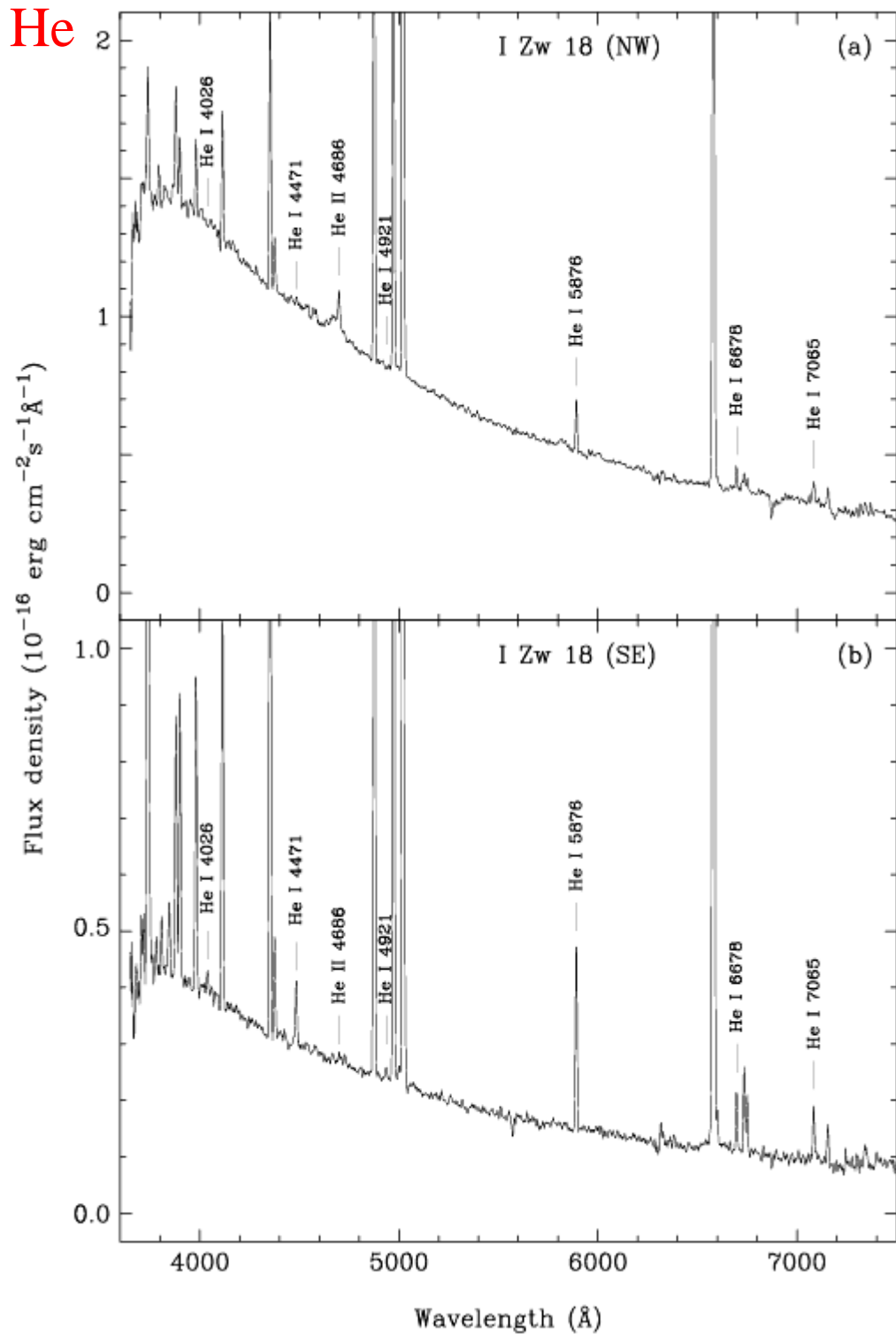
- $M(B) \geq -17m$ ($H_0 = 75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$)
lumineuses .
- Petite tailles ($d < 5 \text{ kpc}$).
- Petites masses.
- Masses HI élevées (jusqu'à $10^8 M_\odot$).
- Taux de formation d'étoiles élevés
centre ($0.1 - 1 M_\odot \text{ yr}^{-1}$). Âge
de 10-100 Myr.
- Métallicité du gaz est faible.
- Existence d'une population



Les abondances chimiques

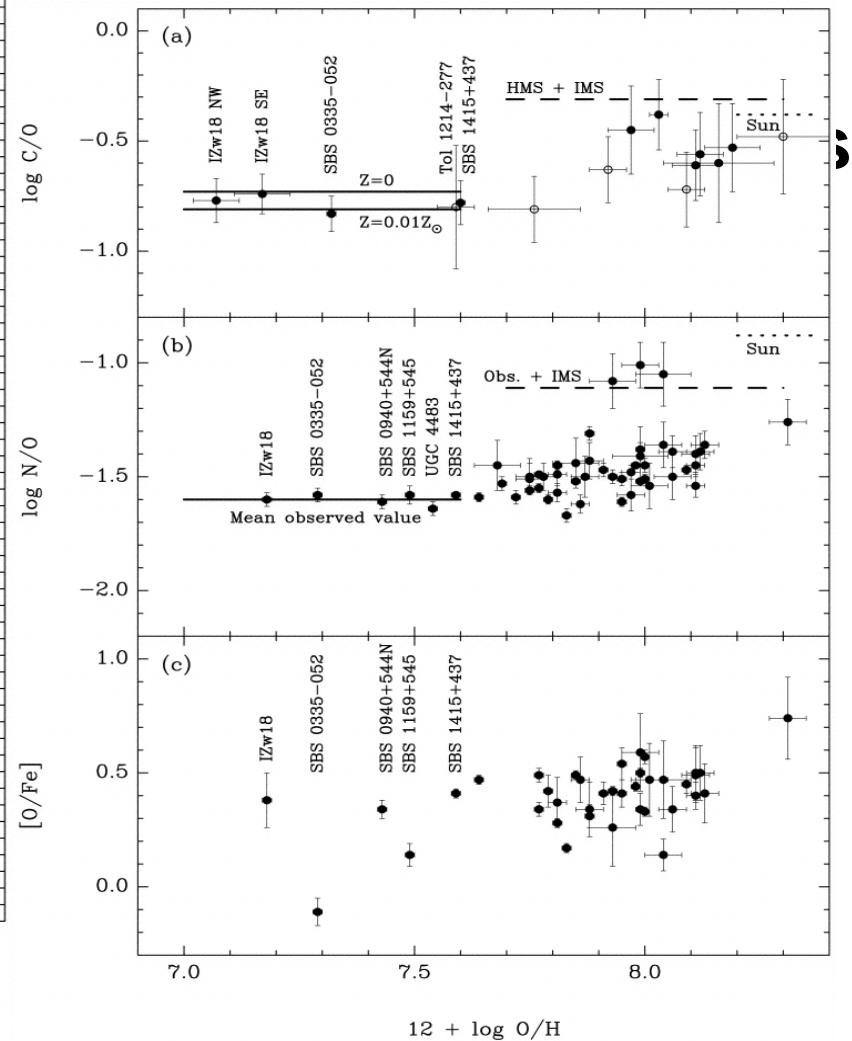
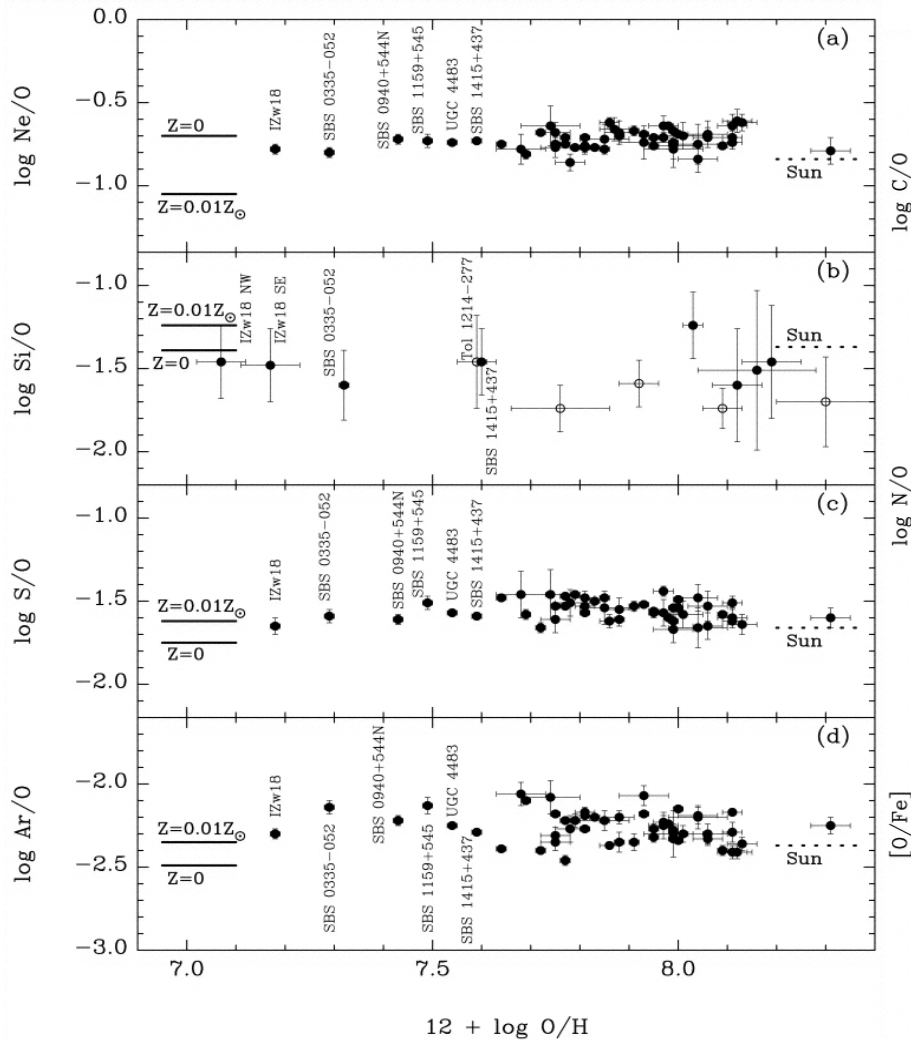
- **Nucléosynthèse: origine des éléments**
- **He , O, N, C, Fe, S, Ar, Ne,**
- **Tester les “yields” stellaires: c. a.d. les % d’éléments lourds rejetés pour une étoile de masse donnée**
- **Tester l’évolution chimique des galaxies et en particulier l’histoire des éléments et l’enrichissement du MIS et du MIG (rapide/lent)**

He



IMS : étoiles masse intermédiaire
 MS : étoiles massives
 Z= métaux

Résultats régions HII



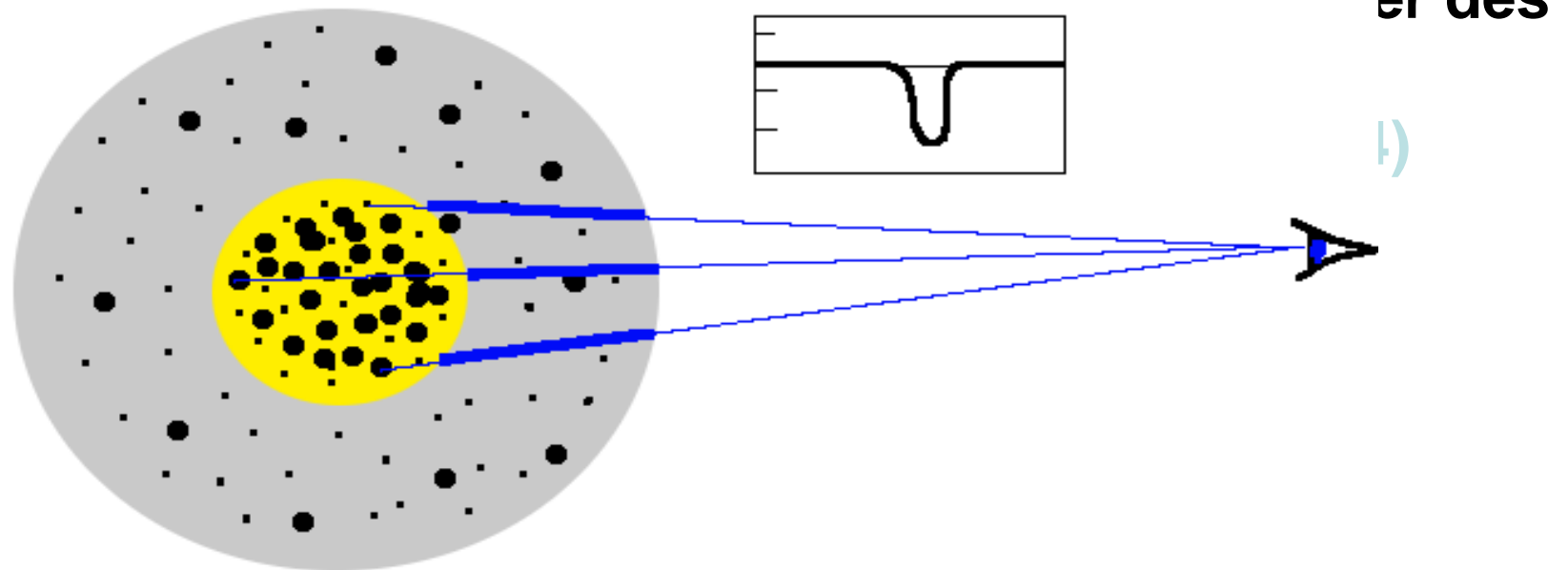
On peut aujourd'hui étudier ~toutes les phases gazeuses du MIS

- Comprendre les processus de dispersion et de mélange
- Estimer la contribution des vents stellaires et galactiques (données XMM, Chandra)
- **FUSE (1999→)**
 - ~900-1200 Å
 - Transitions **HI, OI, NI, NII, SIII, FeII + OVI + H₂**
 - **Gas neutre + chaud + moléculaire**



Projet actuel à l'IAP

- **P**rocessus d'enrichissements

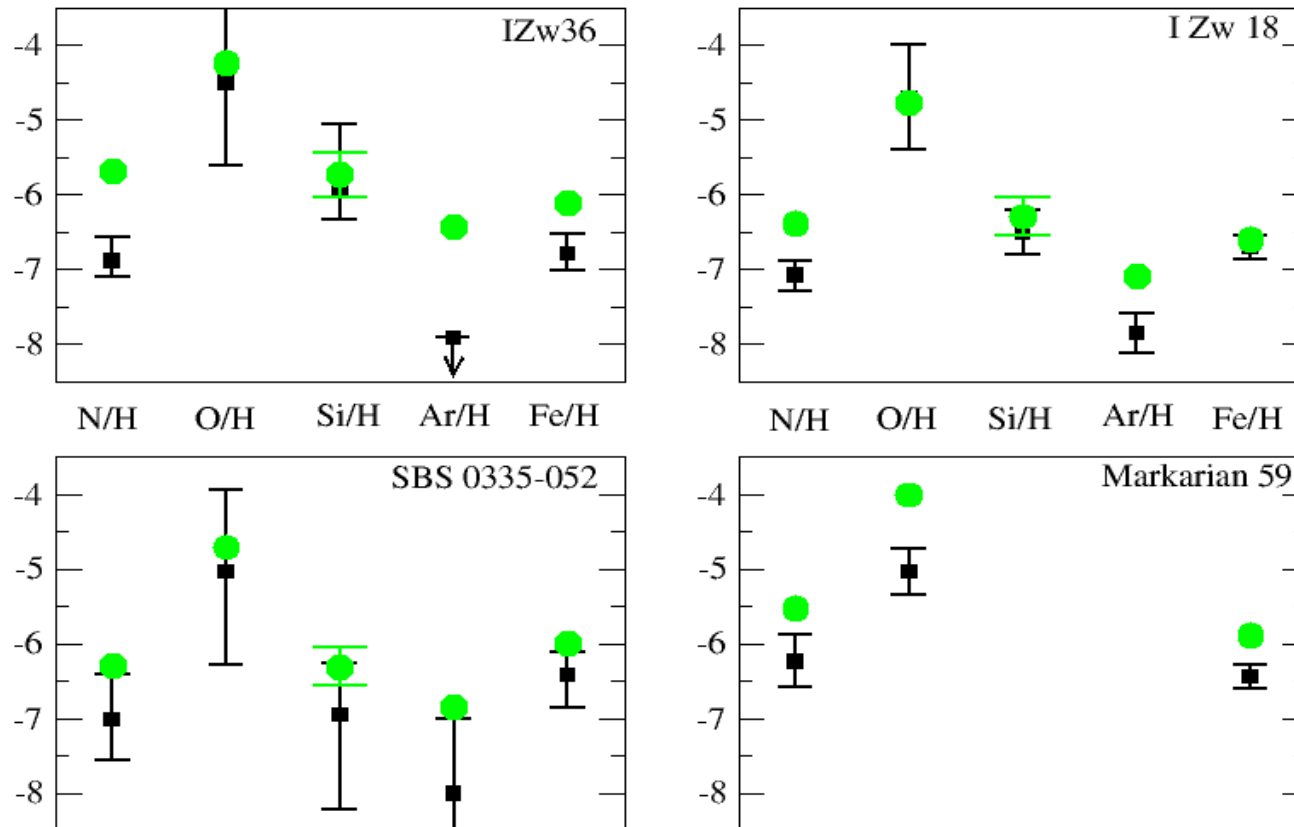


- **F**

- Reconsidérer la composition chimique du gaz neu
- Principe :

Cercles verts : gaz ionisé
Carrés noirs : gaz neutre

Résultats préliminaires



Refs : [Lebouteiller et al. \(2003\)](#) for IZw 36, [Lecavelier et al. \(2003\)](#) for IZw 18
[Thuan et al. \(in preparation\)](#) for SBS 0335-052, [Thuan et al. \(2002\)](#) for Markarian 59

Ce que cela suggère?

- **N** et **O** se comportent différemment
 - production dans des sites différents?
 - erreurs systématiques?
 - à suivre

De la formation d'étoiles dans les galaxies proches aux galaxies primordiales

- HII regions devraient émettre une raie Lyman α très forte:

$$L(\text{Lyman } \alpha) / L(H\beta) \sim 33$$

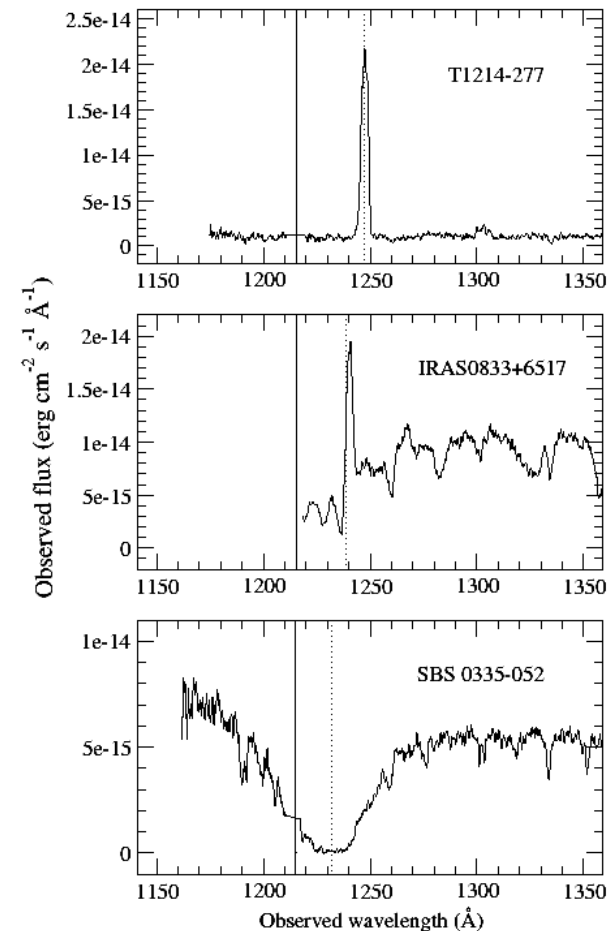
- dans des galaxies “starburst”:

$$EW \sim 100 \text{ \AA} \text{ (max: } 250 \text{ \AA)}$$

- IUE a indiqué des situations plus complexes:
 - Intensité Lyman α bien au dessous de la valeur nominale (même avec rougissement).
 - des non détections.
 - absorptions

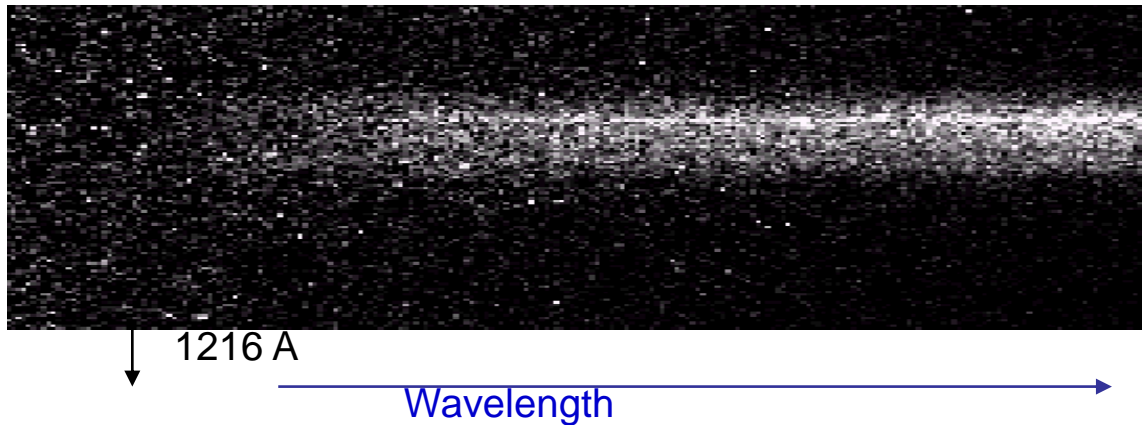
résultats GHRSS : les effets cinématiques

- Lyman α détectée, avec un profil **P Cygni** alors:
raie neutre raie métallique
bleu-shifted 200-400 km/s.
Kunth et al. (1998).
- Lyman α absorbée alors:
gaz statique/région HII
- **Corrélation avec métallicité disparaît**
- Pure émission .



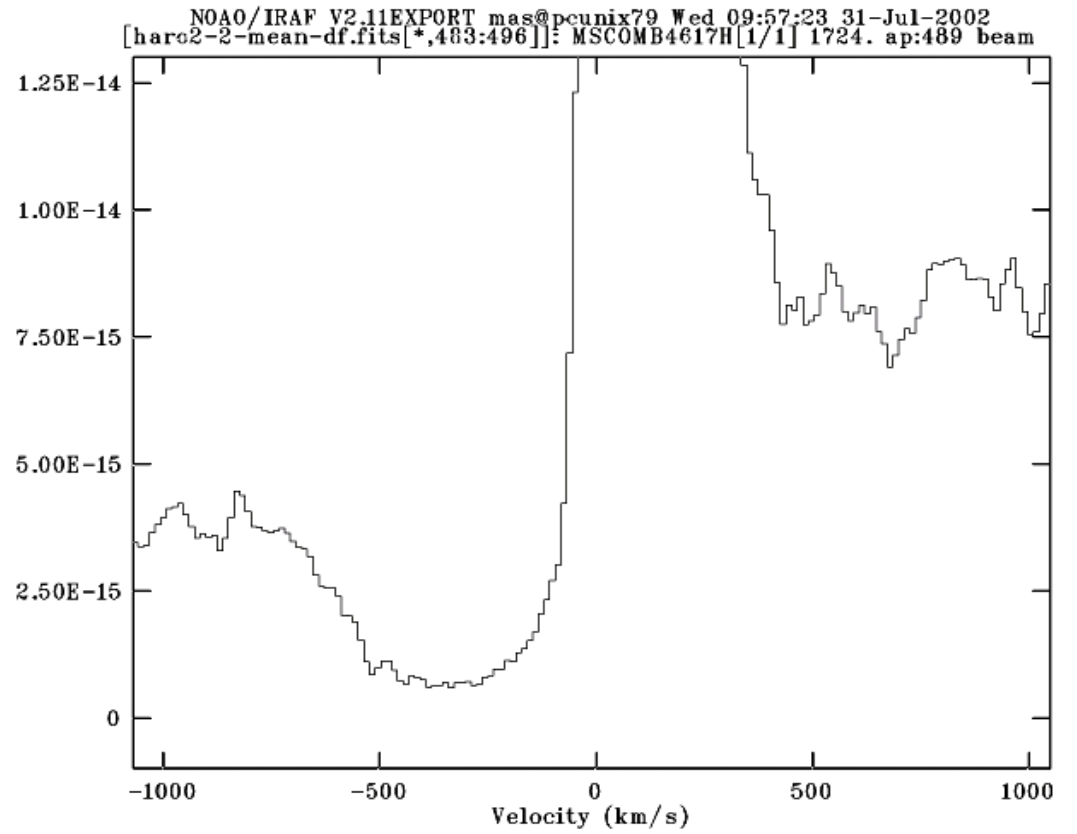
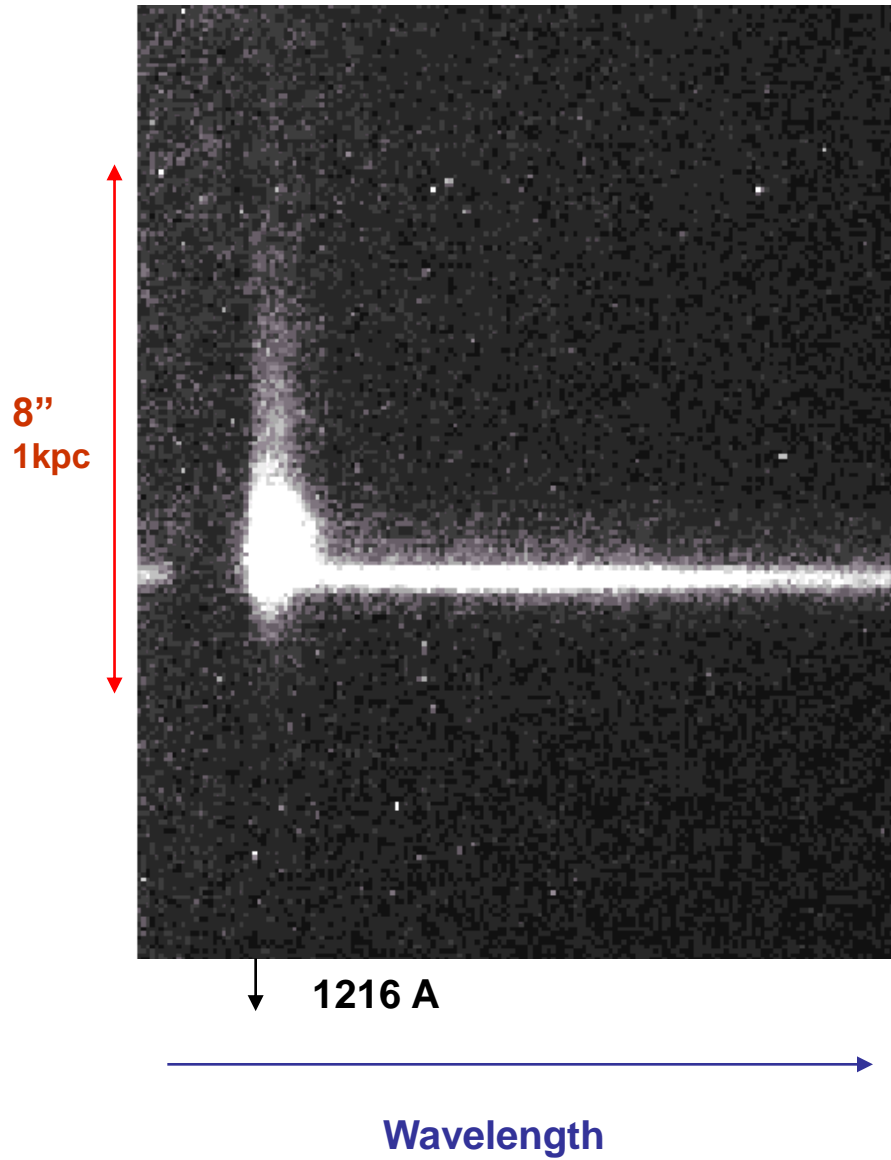
Vision 2-D: observations STIS

- Observations avec STIS afin :
 - D'analyser la structure spatiale de l'émission
 - Zones étendues de diffusion dans IZw18



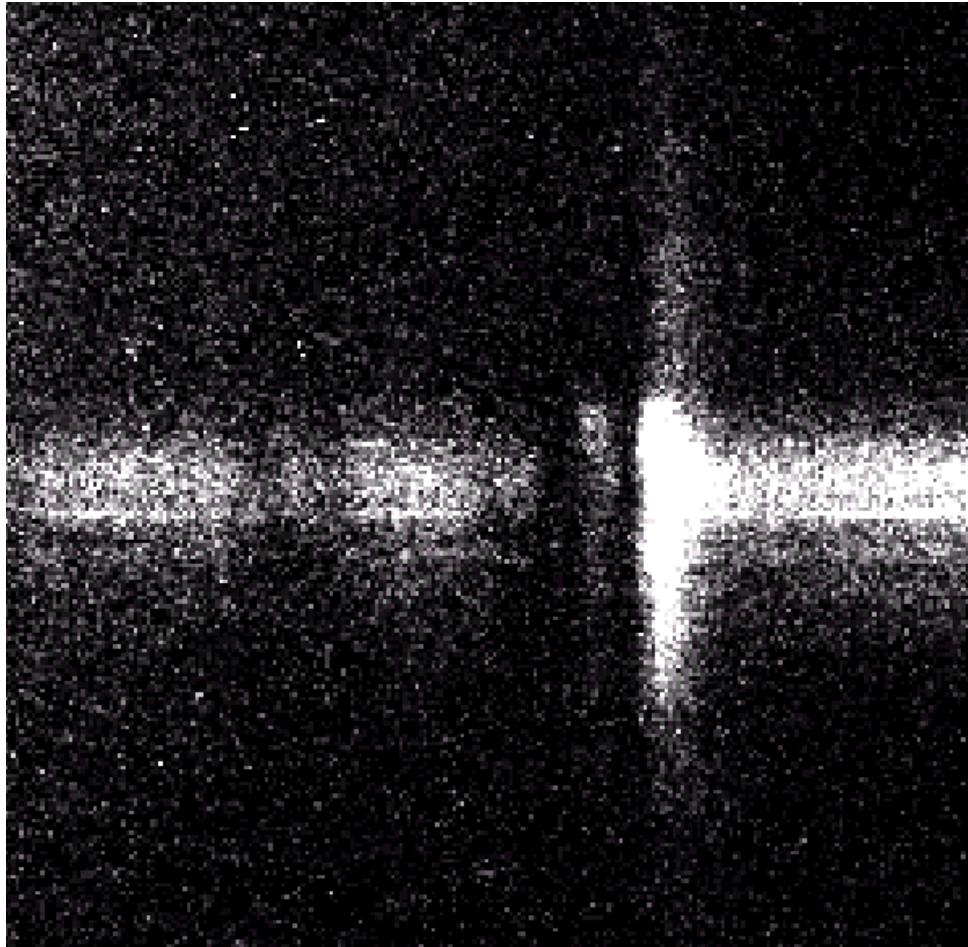
IZw 18

Haro 2

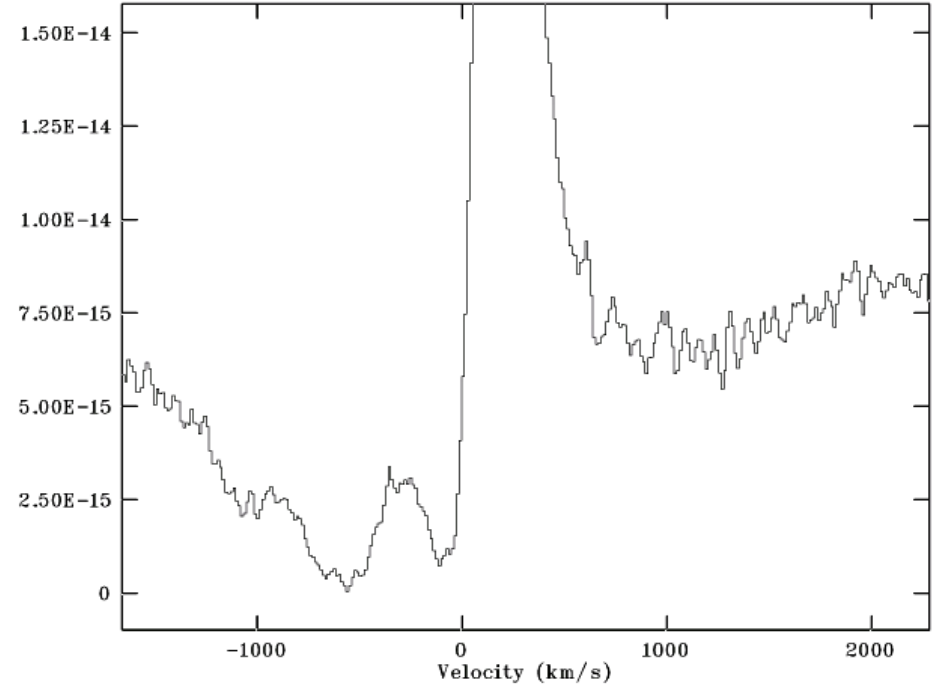


IRAS 0833

10''
5 kpc



NOAO/IRAF V2.11EXPORT mas@pcunix79 Wed 10:36:57 31-Jul-2002
[iras0833mean-df.fits[*450:539]]: MSCOMB5301H[1/1] 1320. ap:494 beam



Wavelength

Résultats STIS

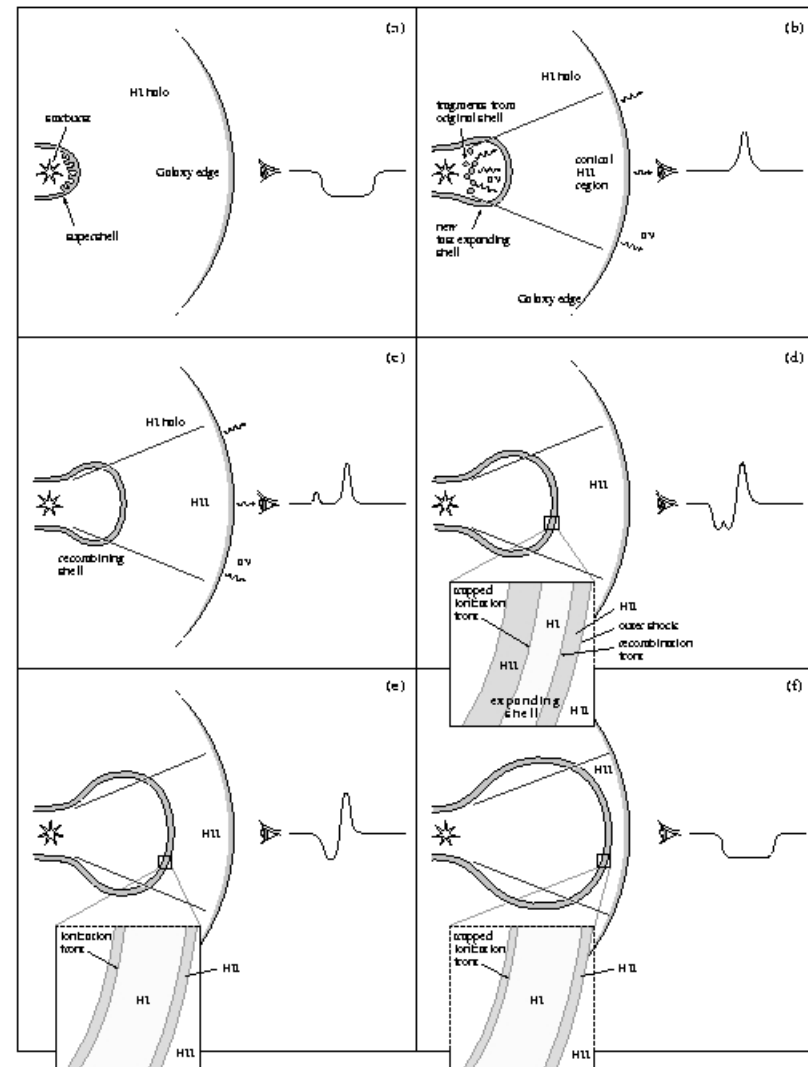
- Pas de structure en vitesse sur le profil P-Cygni de la raie à des échelles de 1 kpc.
- Grandes quantités de HI qui s'écoule de la région HII à des vitesses de 200 - 400 km/s, tel un plan parallèle en mouvement sur des kpcs.
- Présence d'émission étendues de faible intensité.
- Découplage entre émission Lyman α et continu UV .

Visibilité Lyman α : scénario évolutif

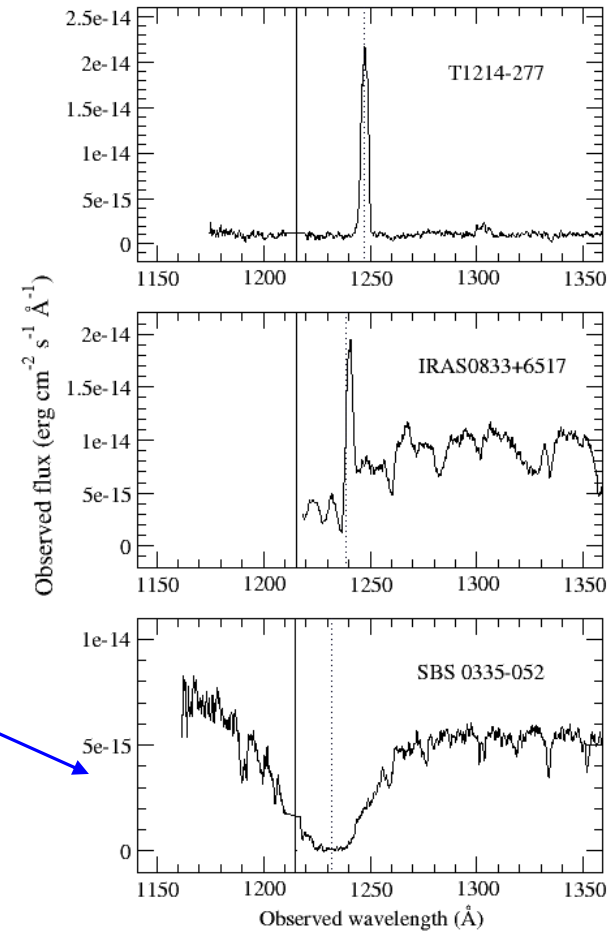
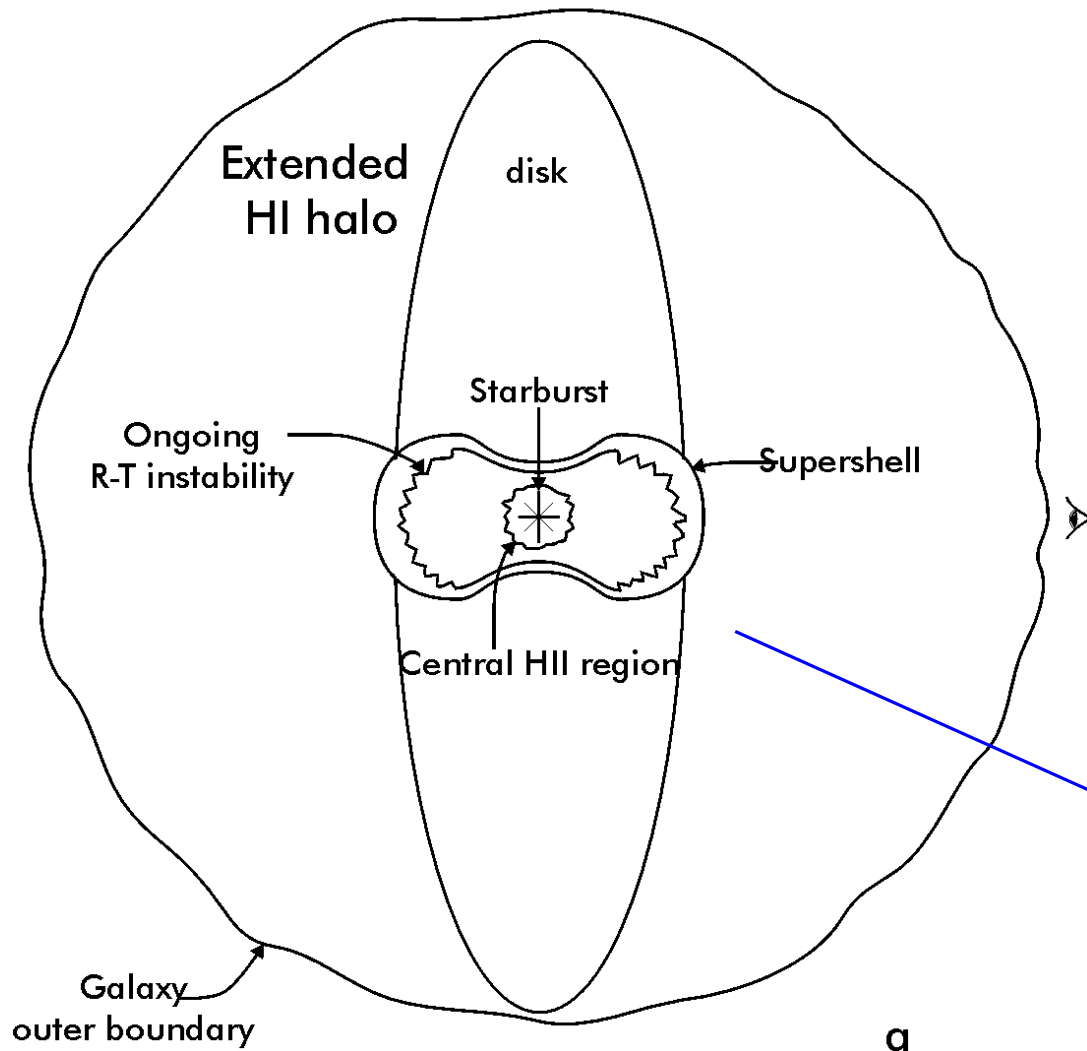
- Comment les photons Ly α émergent-ils d'une galaxie riche en gaz?
- Il semble que la formation d'étoiles produise d'immenses coquilles de gaz en expansion.
- L'interaction du flux ionisant avec la coquille en expansion explique la variété des profils Ly α observés. Evolution

Superbulle: scénario évolutif

Quand le « starburst » évolue dans le temps: des SNe expulsent du gaz, créant une superbulle qui évolue dans un halo de faible densité: dispersion et mélange



Phase initiale: absorption

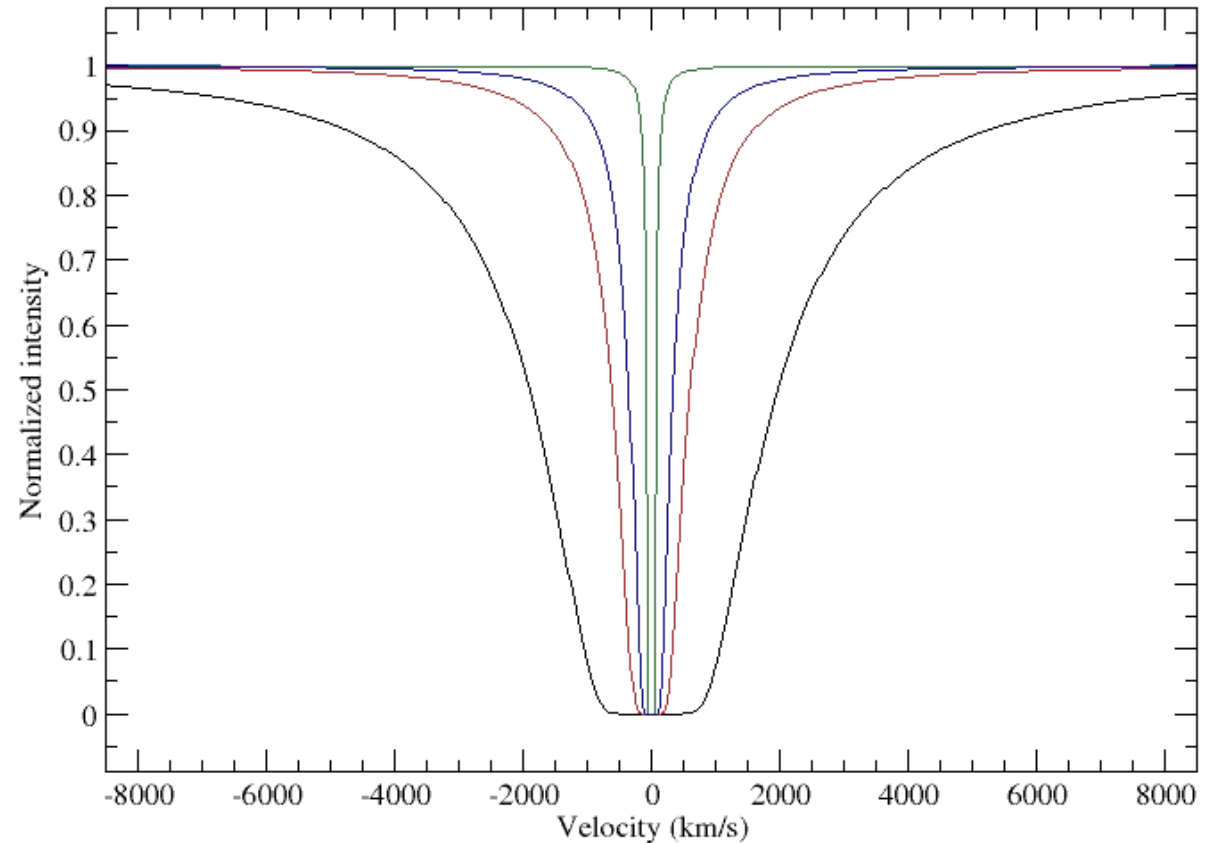


Destruction des photons Lyman α

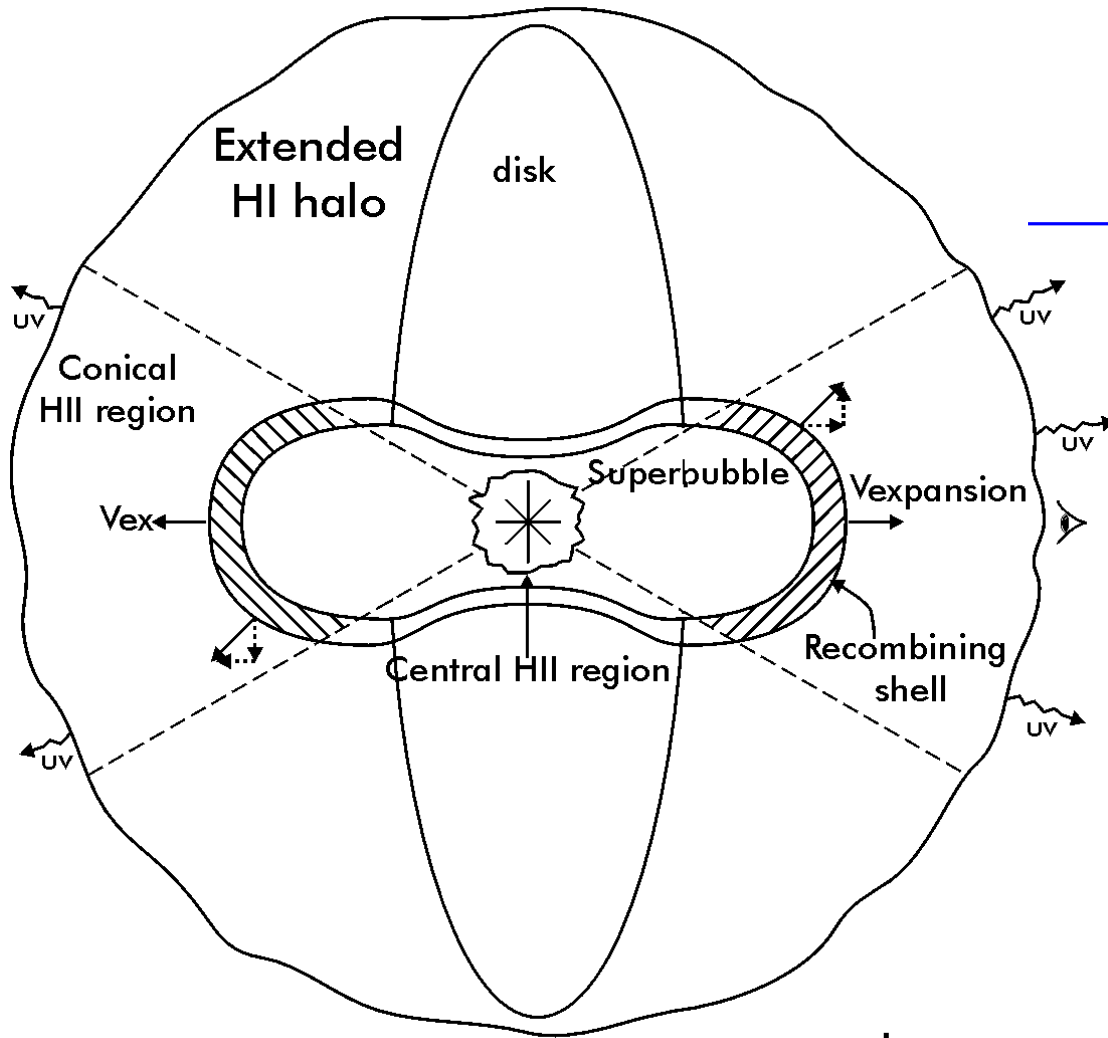
Voigtian profiles for $\log(N)=18, 19.5, 20$ and 21 cm^{-2}

Si HI densités
colonne $> 10^{18} \text{ cm}^{-2}$, 100%
des photons Lyman α
sont diffusés.

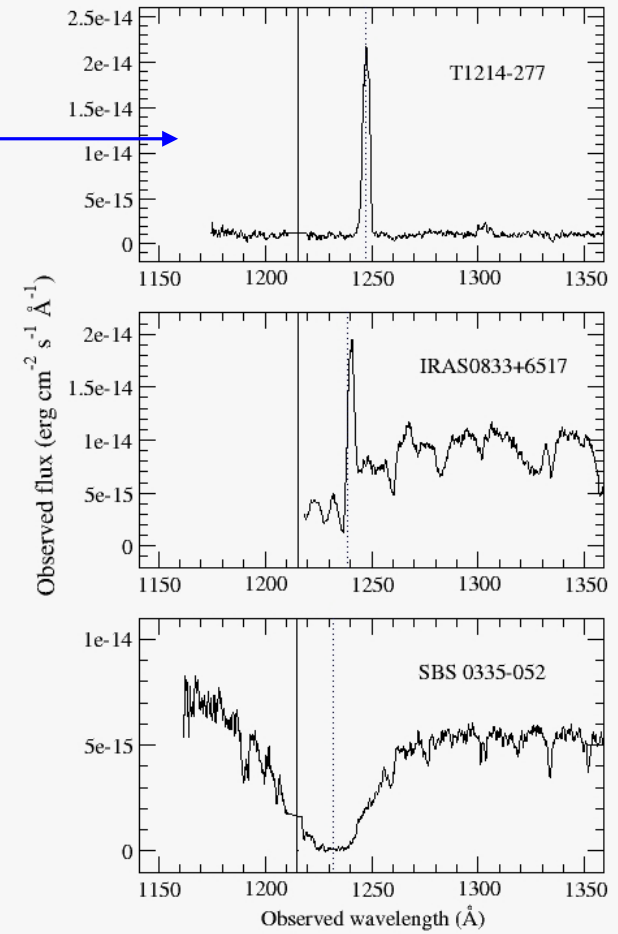
La diffusion accroît
exponentiellement la
probability d'absorber un
photon par la poussière.



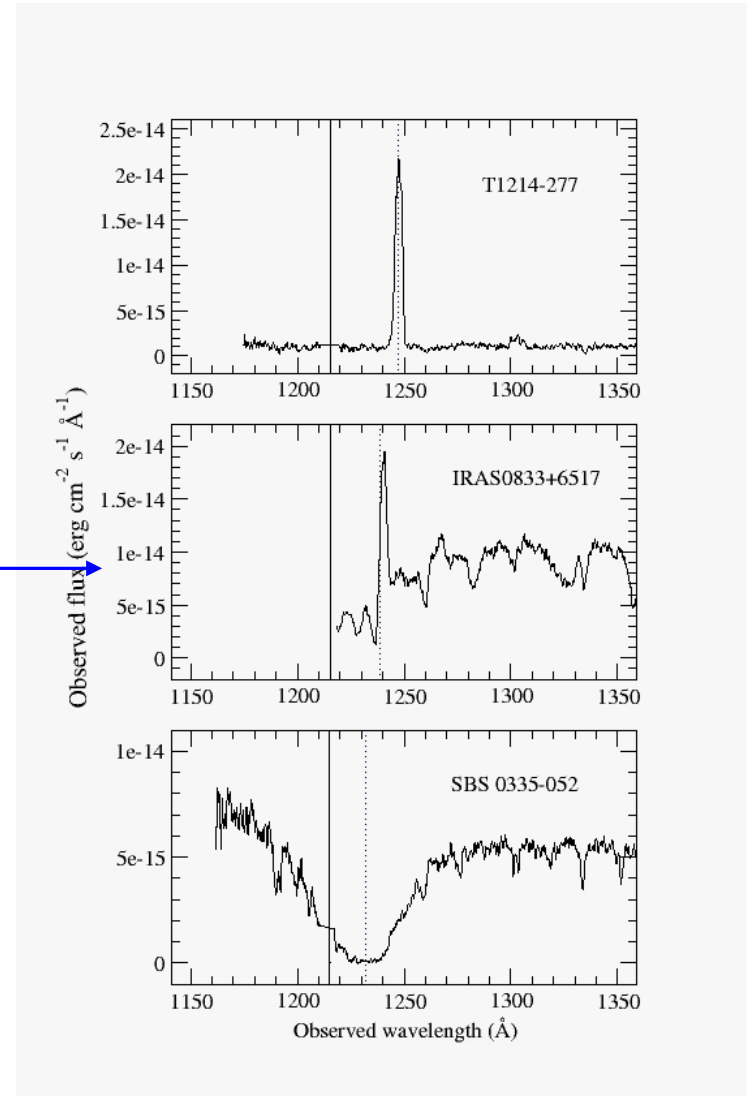
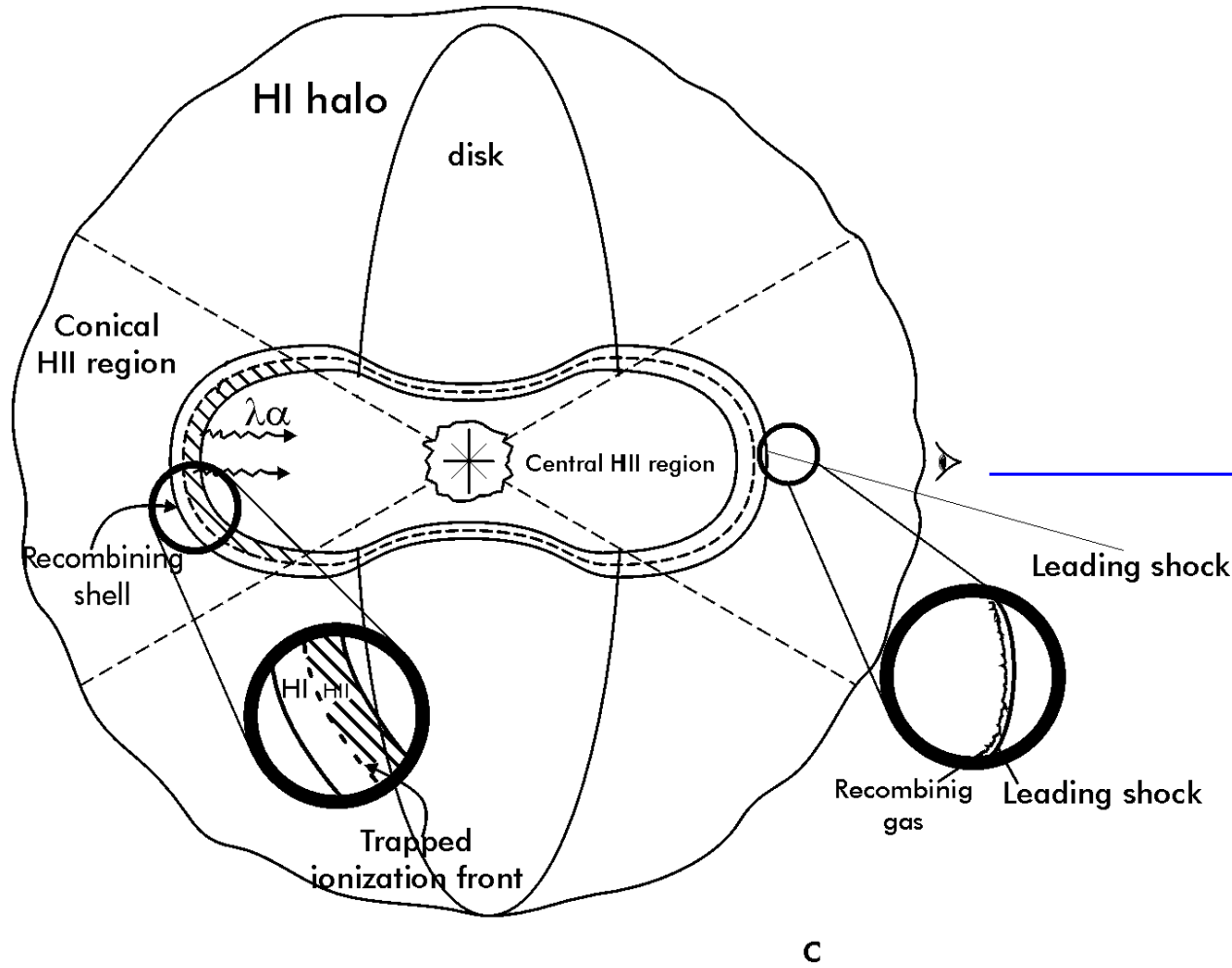
Phases jeunes: emission pure



b



Starburst évolué: couches HI en mouvement induisent des profils P Cygni

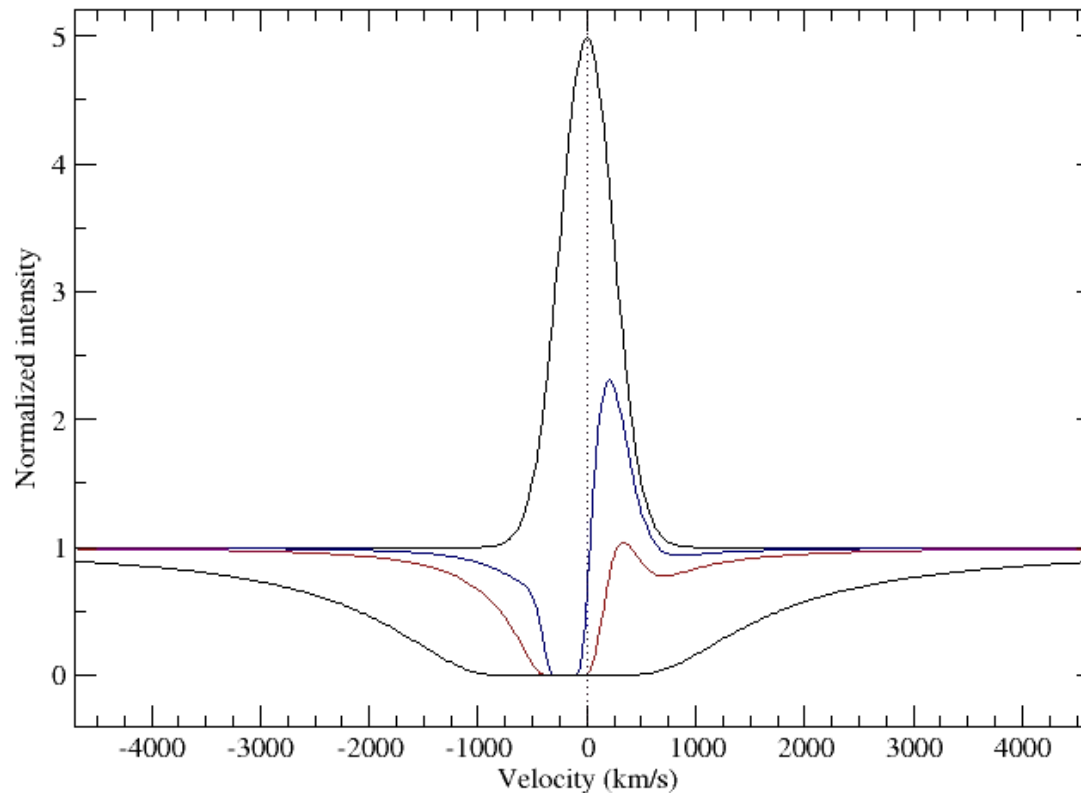


HII région en dehors de la coquille ne se recombine pas

Effets combinés:

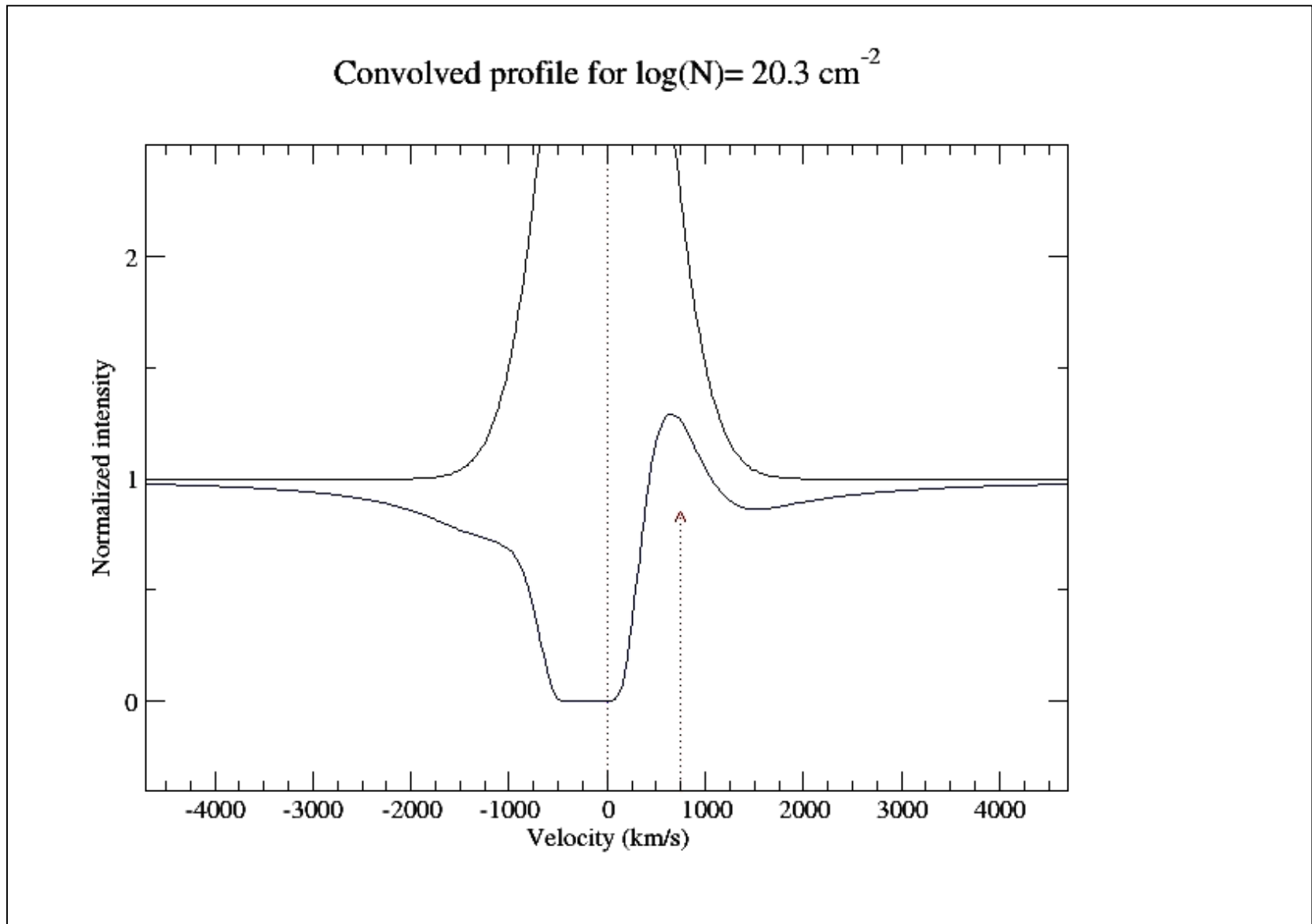
P Cygni et/ou profiles en absorption

Convolved profiles for $\log(N) = 18, 19.5, 20$ and 21 cm^{-2}

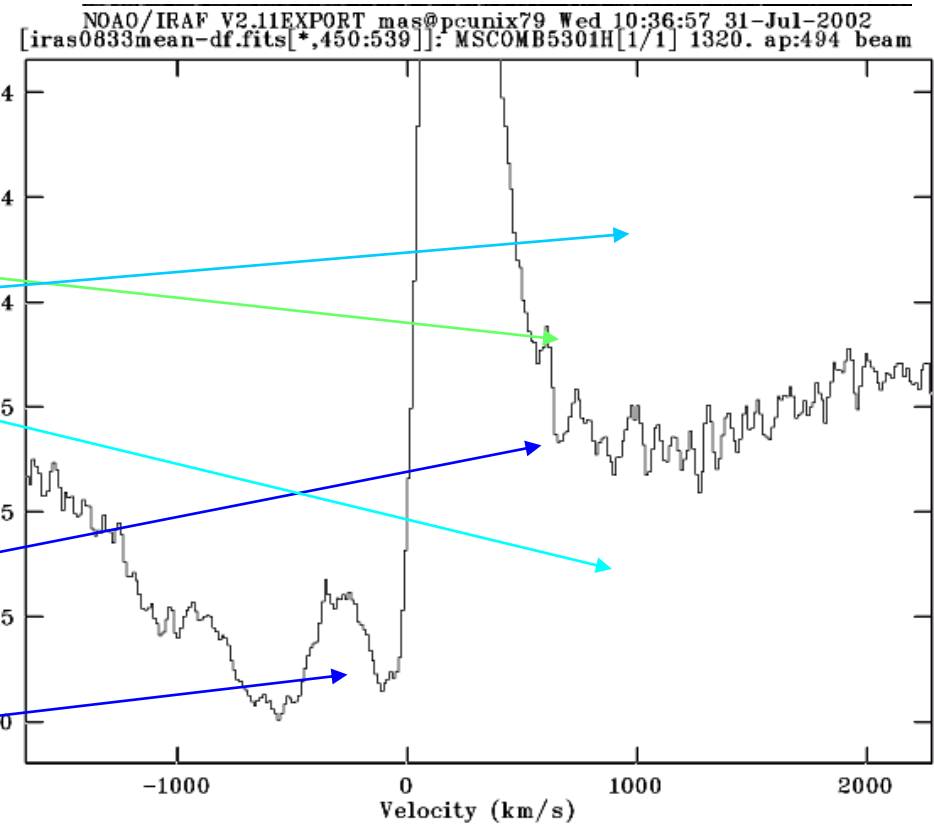
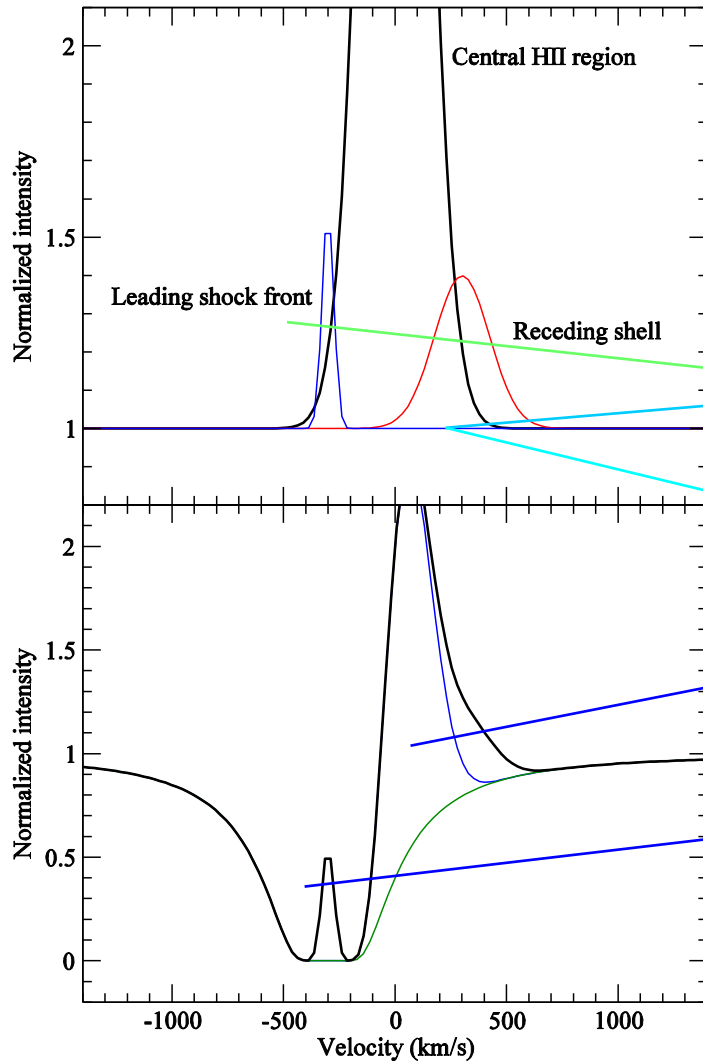


Couche HI en expansion à -200
km/s

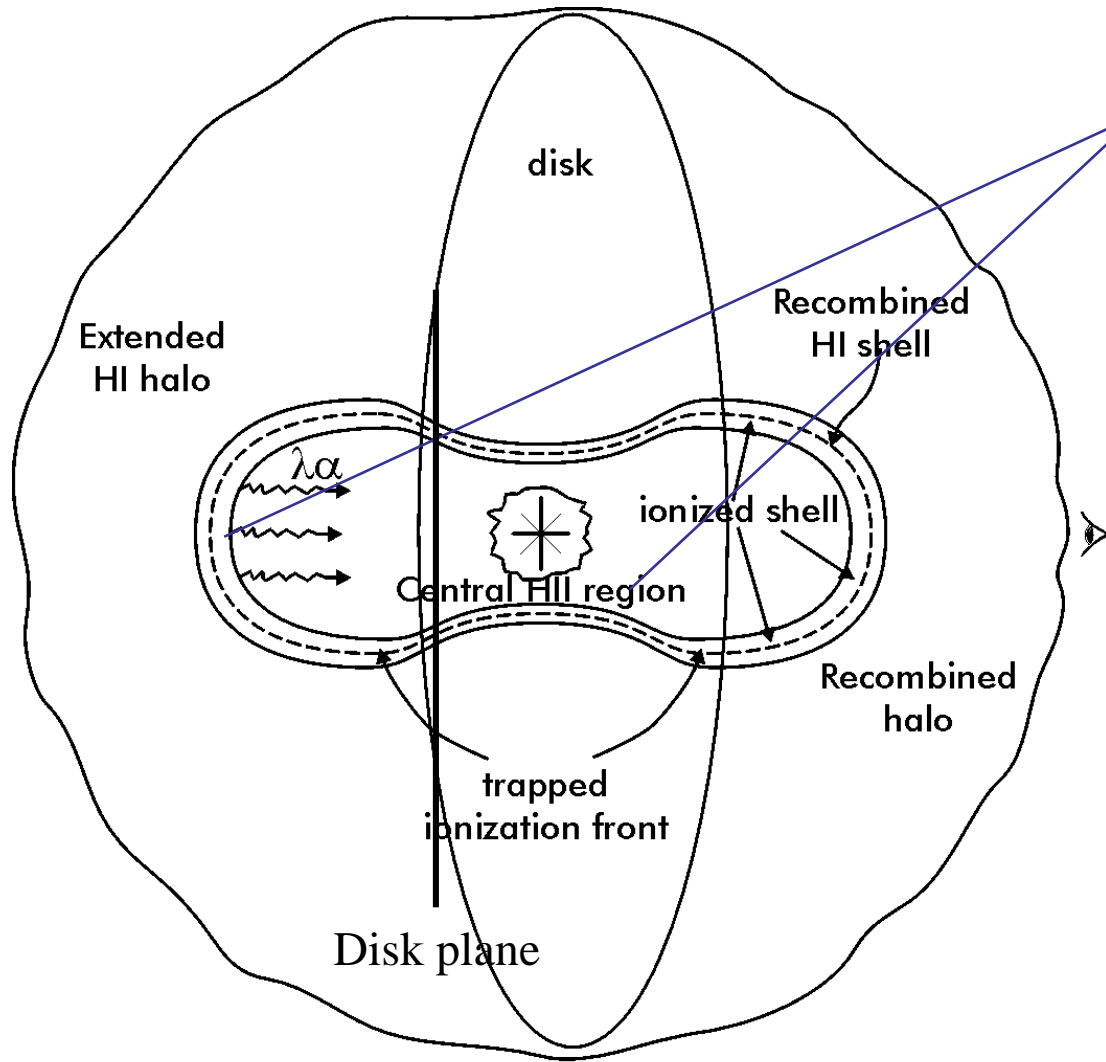
Redshift érroné



Multiples composantes



Ou vont les métaux?



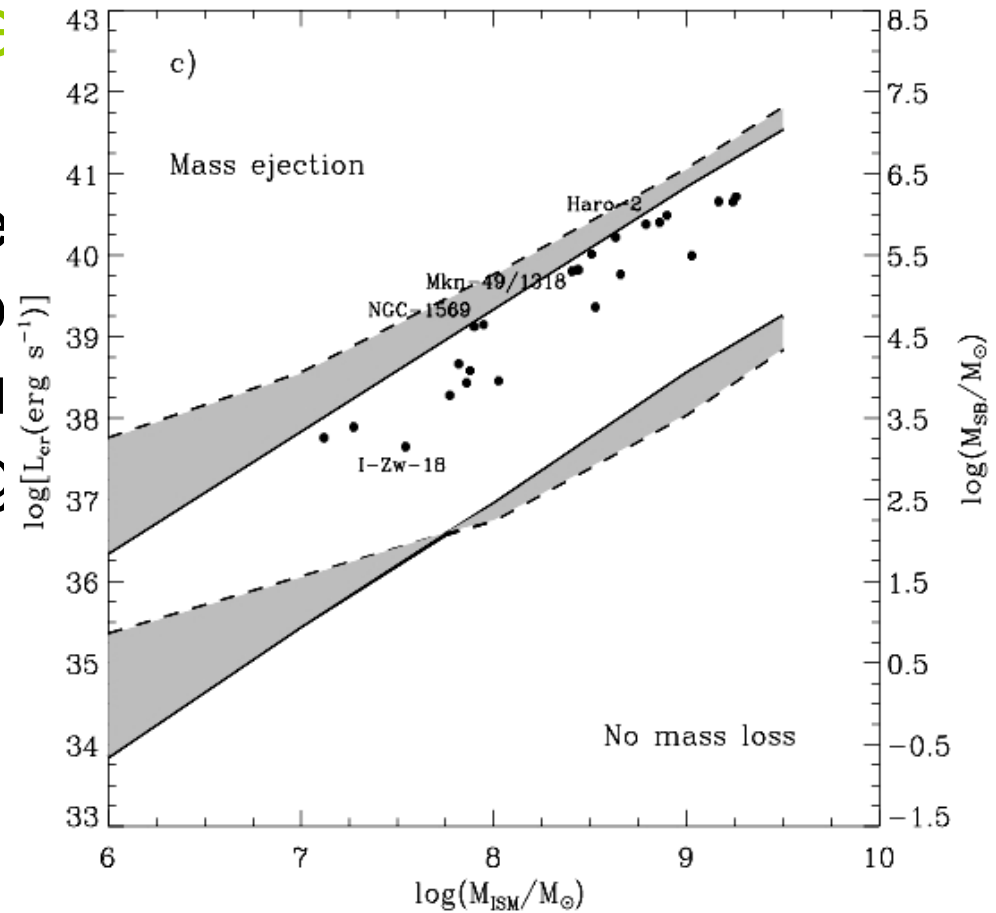
Le gaz chaud enrichi en éléments lourds reste-t-il dans la coquille?

Métaux: rejetés ou éjectés

➤ Legrand ϵ (2002)

Calcul l'énergie
qu'il faut pour

$H\alpha$ SFR E du
le gaz chaud
140 Myrs



Les halos sont larges et de faible densité

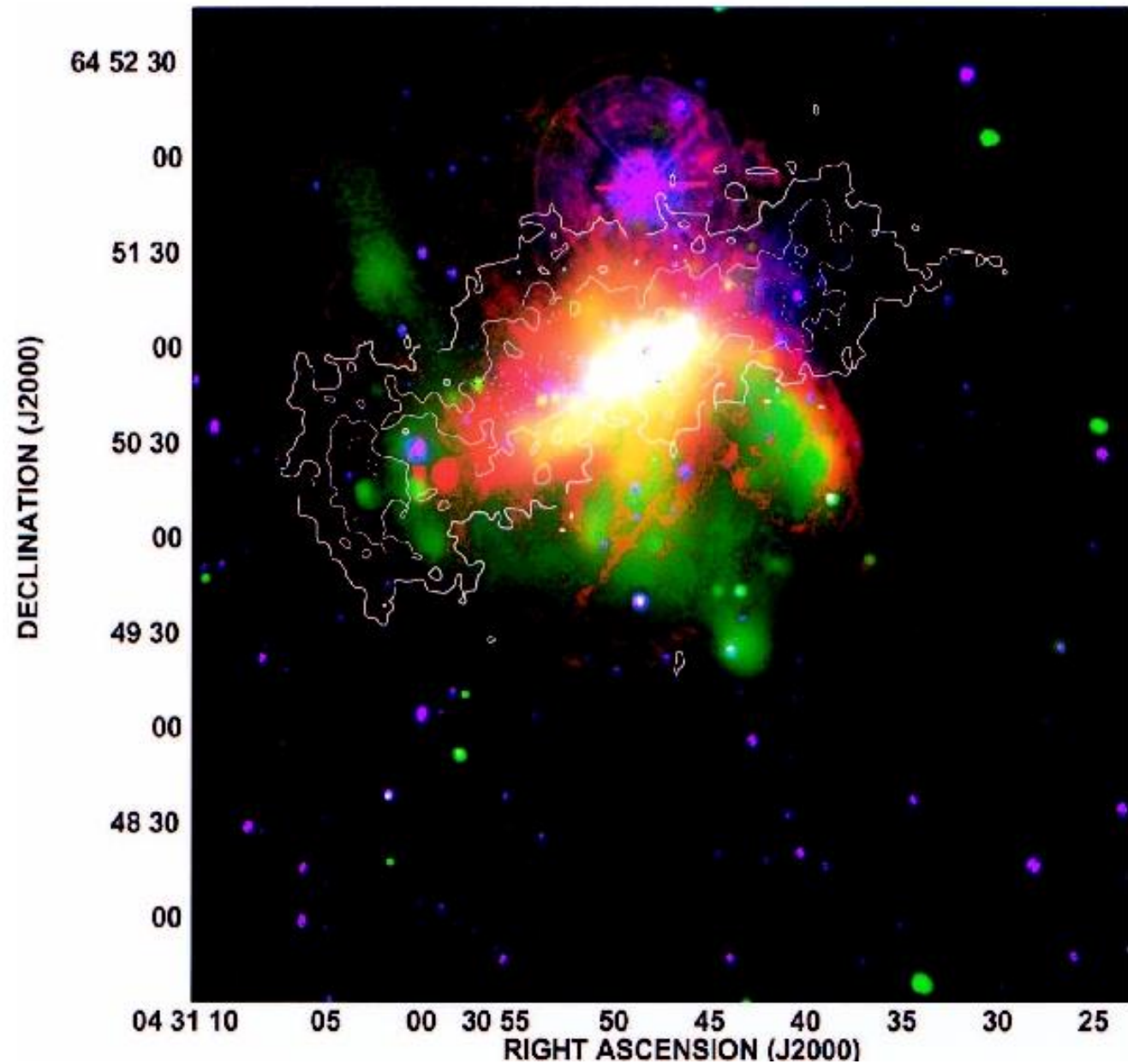
Le MIS est-il résistant?

- Martin C. et al., 2002: NGC1569
- Summers L.K. et al., astro-ph/0303251: NGC4449

NGC1569

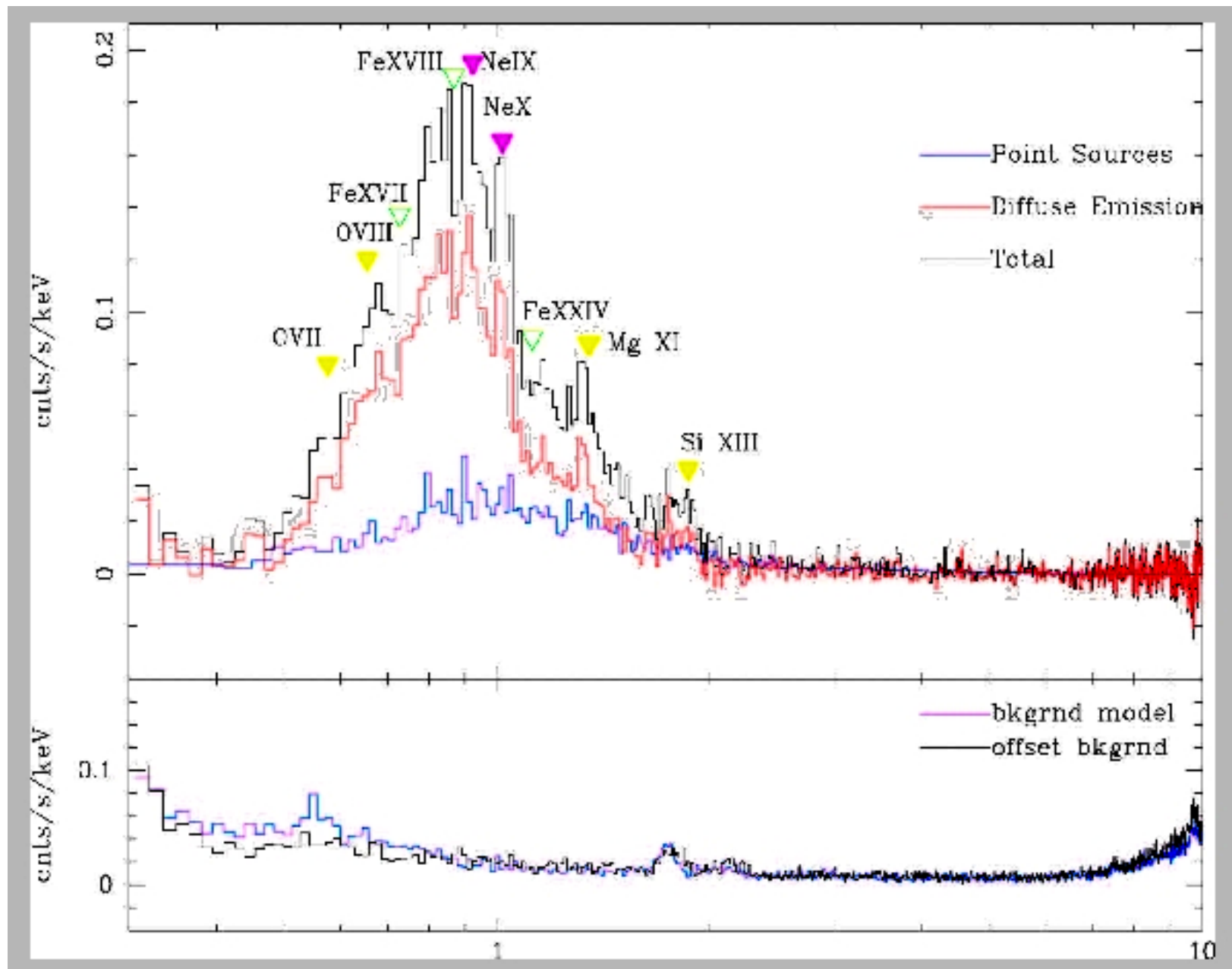
Chandra

0.3-6 keV



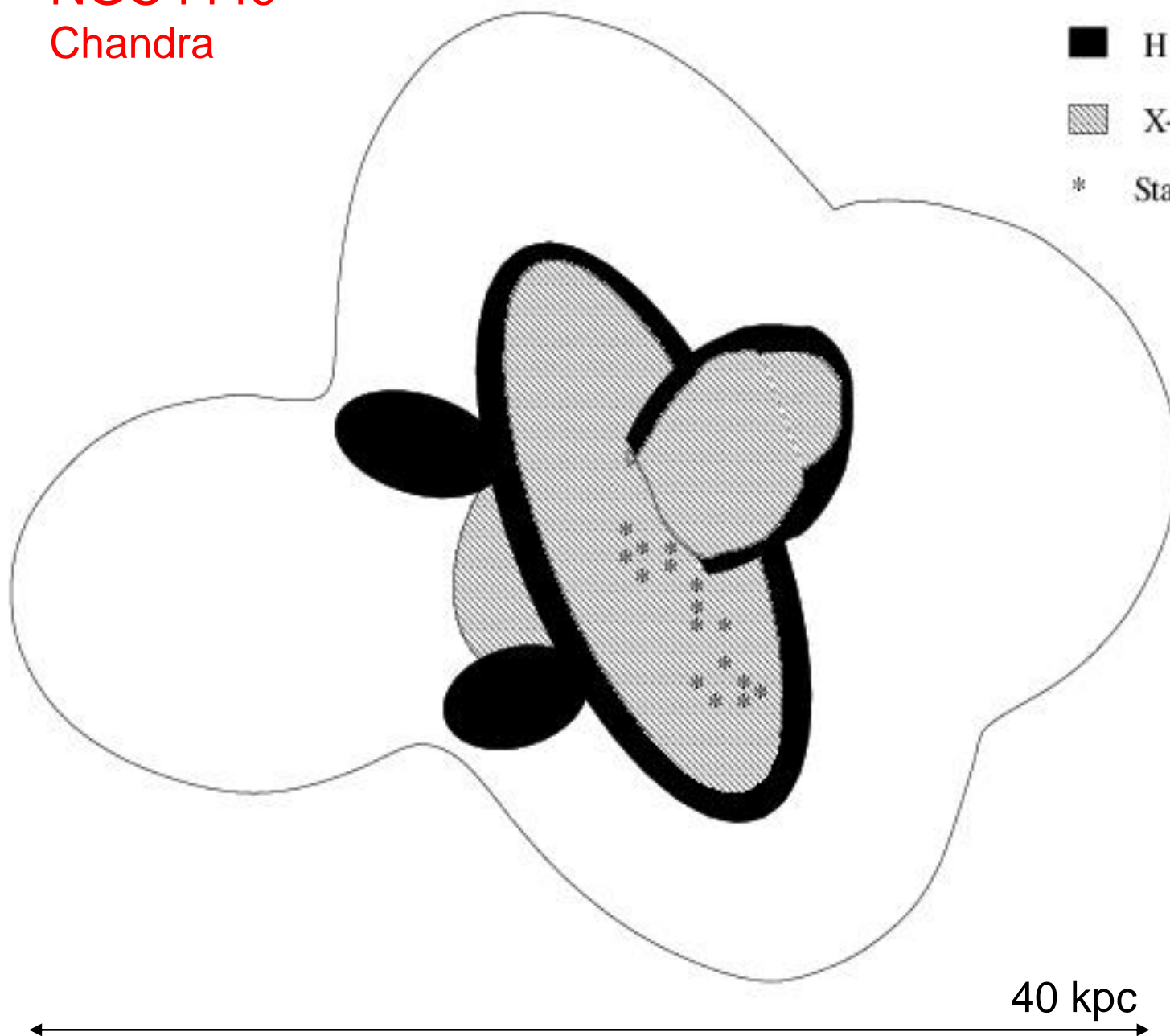
NGC1569

Chandra
Spectrum



NGC4449
Chandra

- HI
- H alpha
- ▨ X-ray
- * Star Clusters



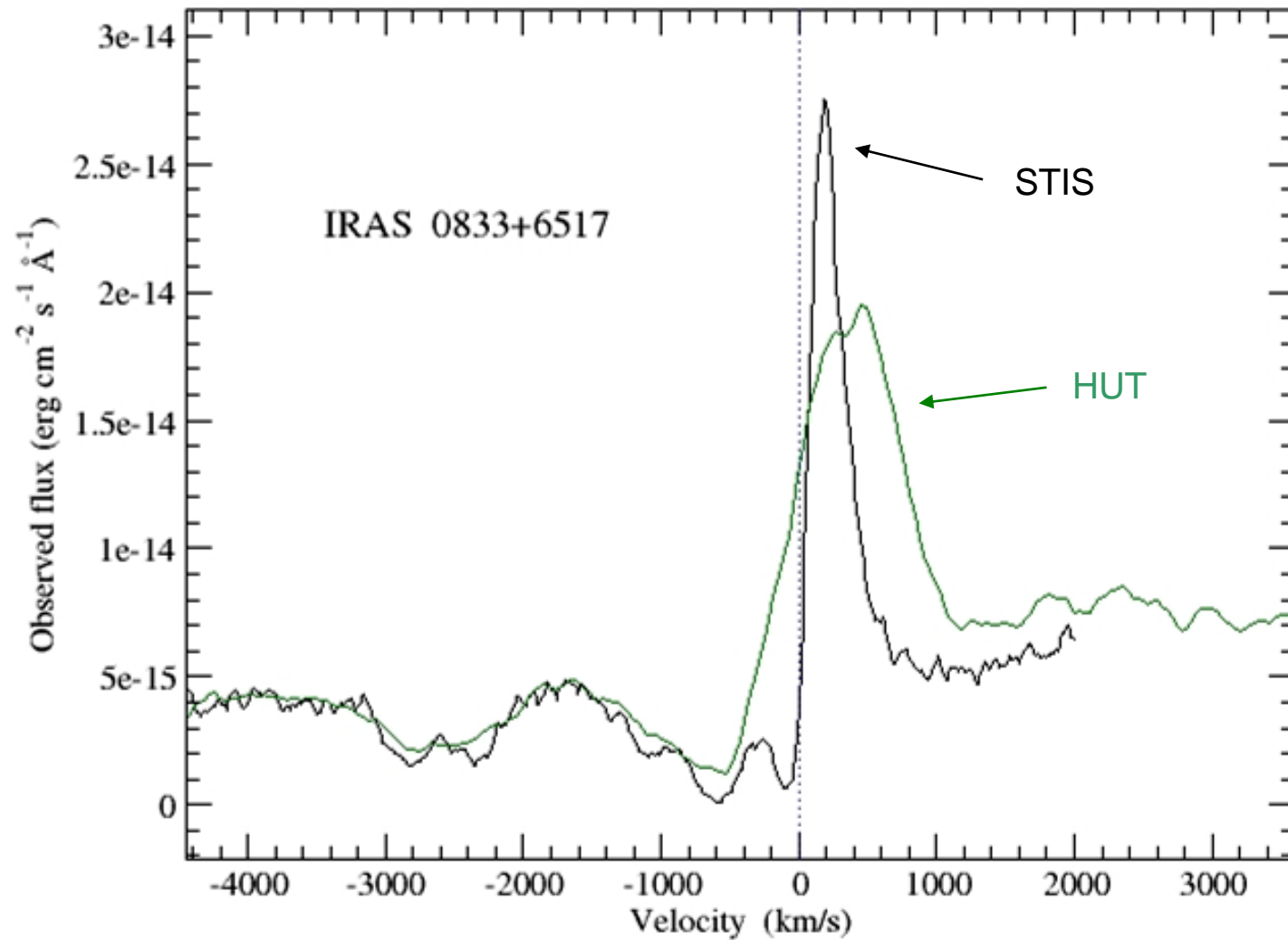
Implications pour les galaxies à grand z ($z > 2...$)

- Nombre d'émetteurs Lyman reste faible
- Même propriétés que les galaxies locales: vents 200/400 km/sec. Quelques unes avec de grandes EWs...
- $Ly\alpha$ en emission dans 50% galaxies

Implications pour les galaxies à grand z ($z > 2 \dots$)

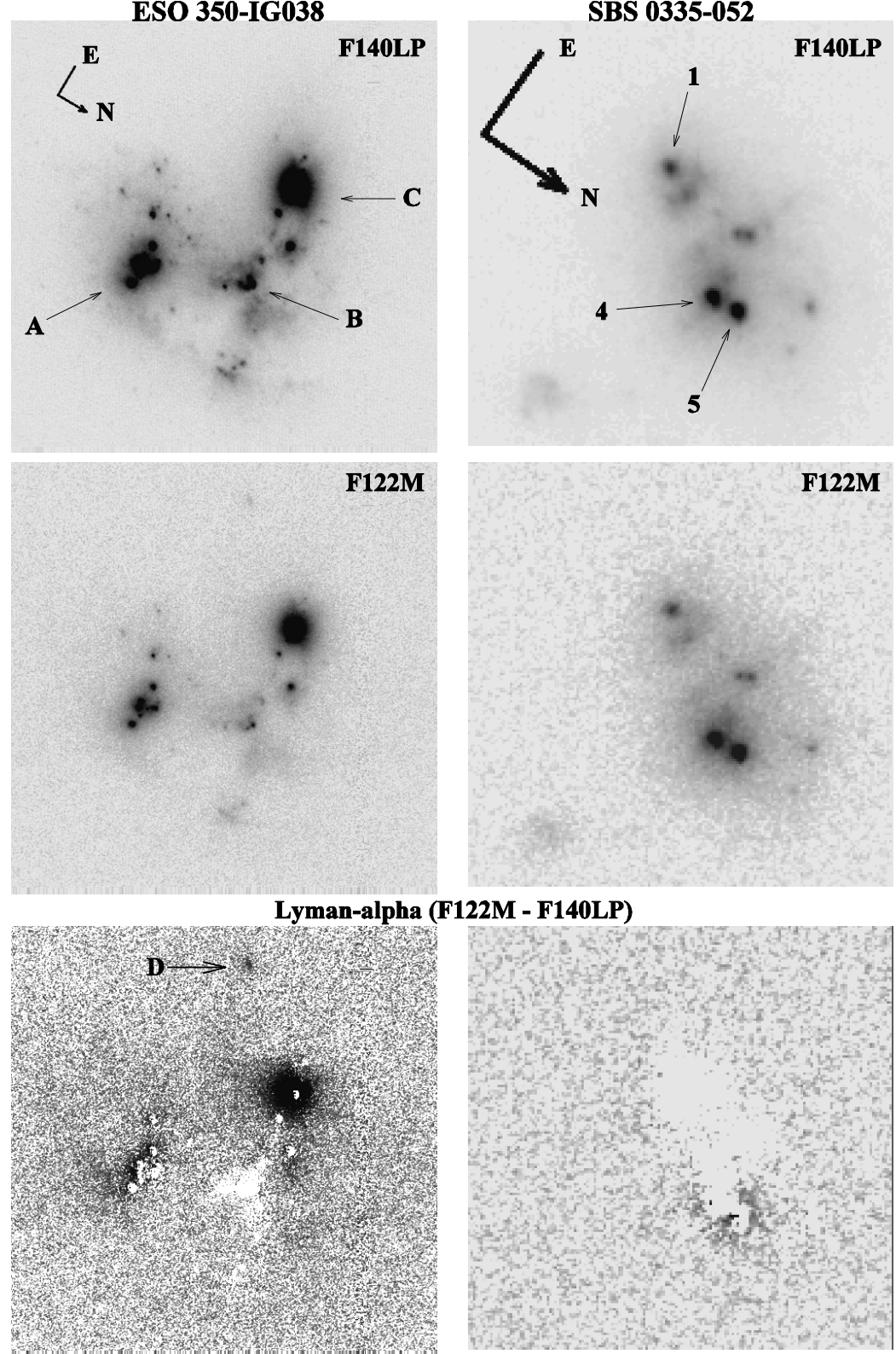
- Mêmes mécanismes donc les paramètres dérivés sont sujets à caution:
 - Intensités sous estimées et donc les SFRs....
 - Bcp de galaxies formant des étoiles massives sans Lyman α en émission seront jugées inactives.
Cosmic SFR (taux de formation d'*) sous estimé.
 - Résolution est un problème:
Déterminations des redshifts faux de +- 1000-2000 km/s. **MUSE**

Exemple d'interprétation érronée!



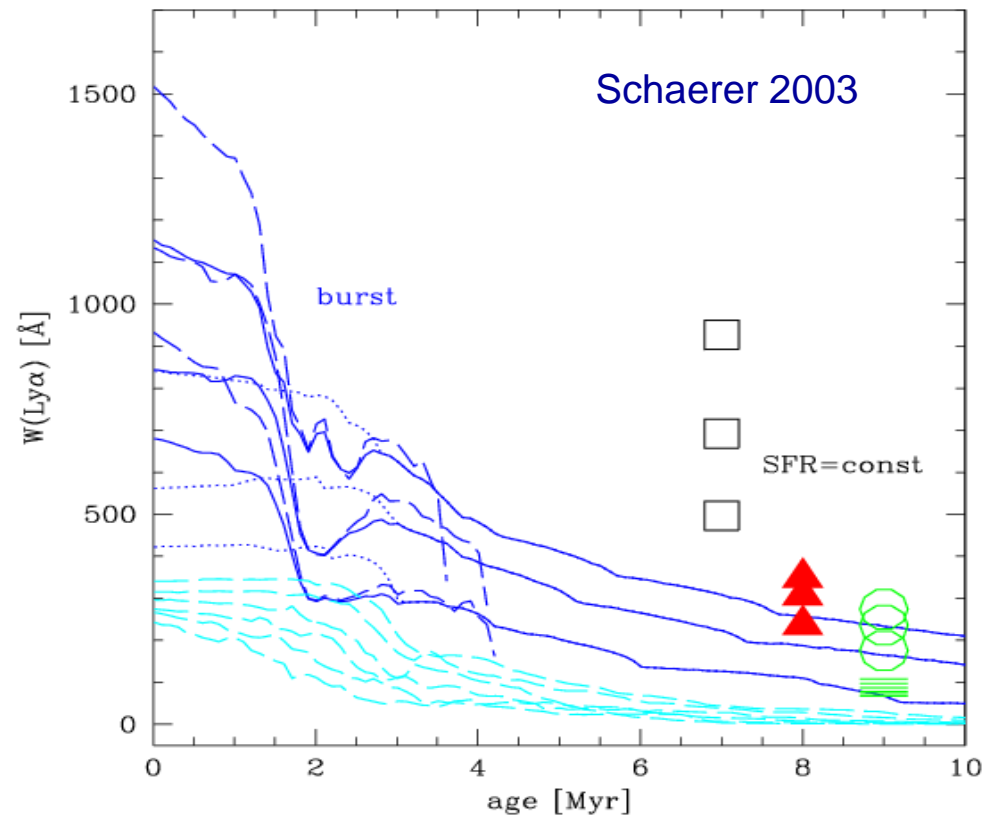
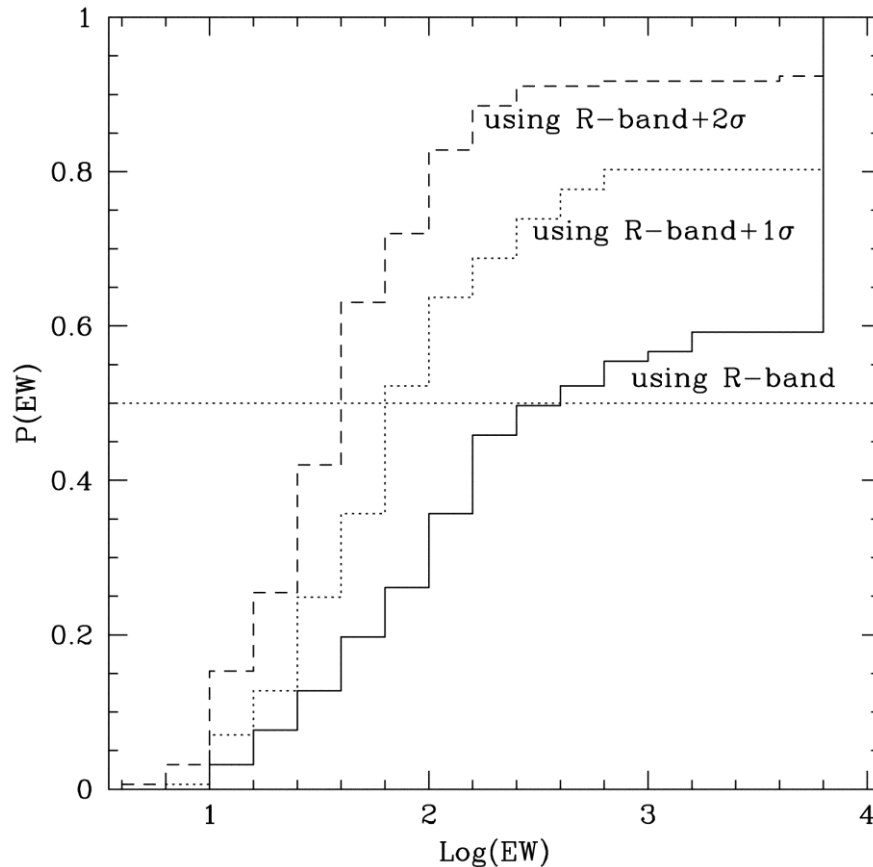
HST-ACS images Lyman α :

Kunth et al. 2003




Surveys à grand z

- Nouveau: **L**arge **A**rea **L**y **A**lpha survey (LALA)
z~4.5 et 5.7 (Rhoads et al 2000)

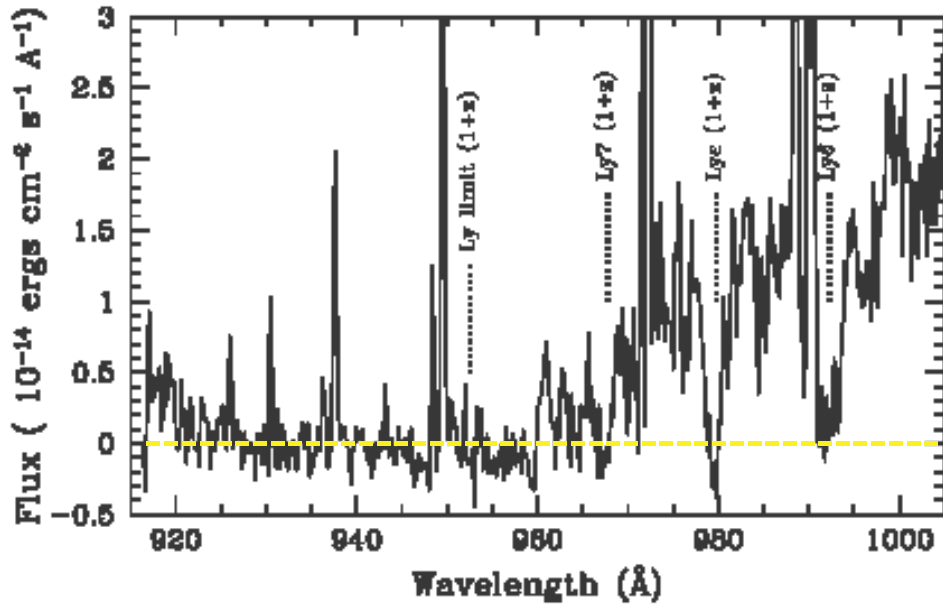


- **EW(Lya) élevée !** AGN ? objets très déficients ou étoiles Pop III ,
Extrême IMFs ? Starbursts jeunes? Poussière?
- Offsets spatiaux?

IGM ionization

- P-Cygni profiles are seen on high luminosity side of the LF (*Tenorio Tagle et al., 1999*)  HI still present on the line of sight
- Lyman break studies show that only 5% of the ionizing photons escape the ISM (*Deharveng et al., 2001, Heckman et al., 2001*)
- But *Steidel et al. (2001 ApJ, 546,665)*: 50% escape at $\langle z \rangle = 3.4$!

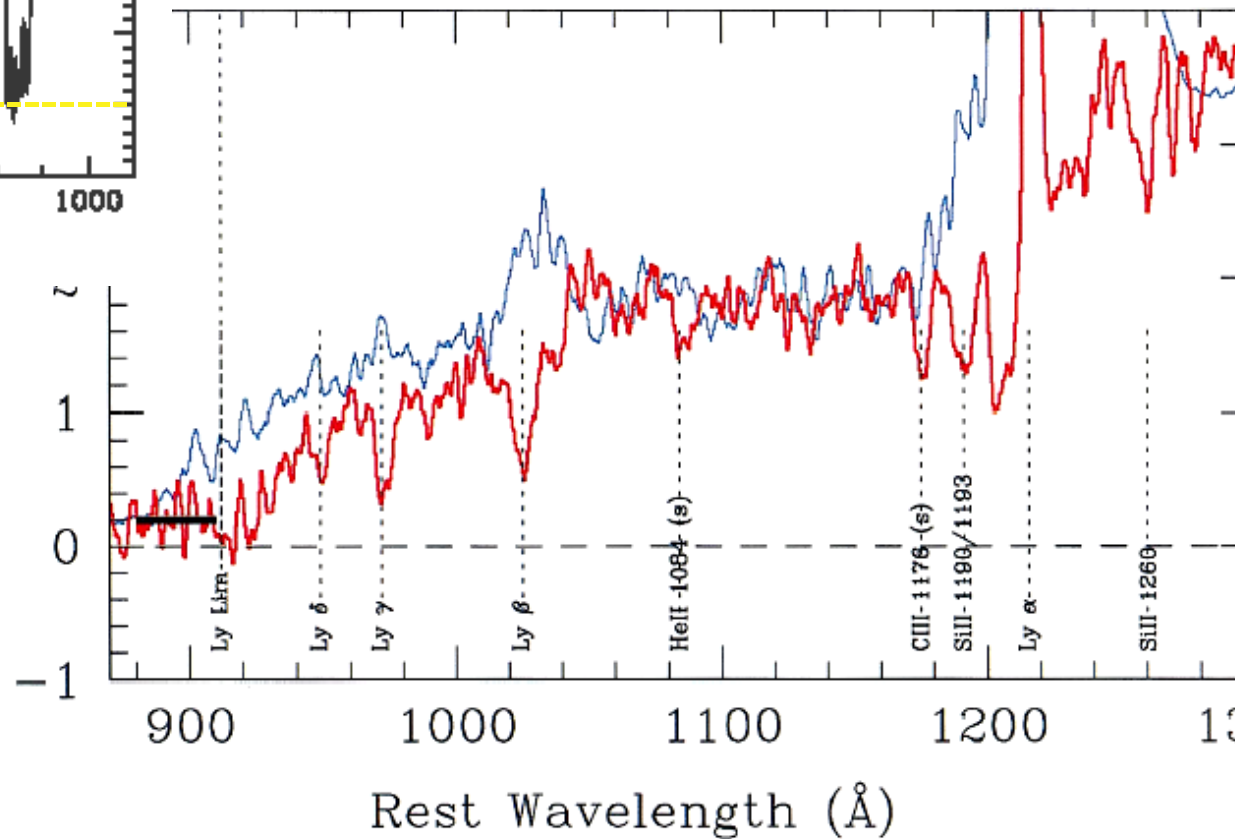
Low z and high z starbursts



Deharveng et al. 2001
Mrk 54 (FUSE)

Steidel et al. 2001
29 spectra $\langle z = 3.4 \rangle$

Relative



Low z and high z starbursts

Is ionization trapped?

Must reconcile HI (screening) and NLyc leakage