

Nature de l'objet IRc 4 dans la région BN/KL



Guillaume Nasello

stage effectué au laboratoire d'astrophysique
de Bordeaux sous la direction de Brouillet
Nathalie et Despois Didier

Sommaire

I- La région BN/KL

II- Cas d'IRc 4

- 1) Objet éclairé
- 2) Objet lumineux

III- Etude d'IRc 4

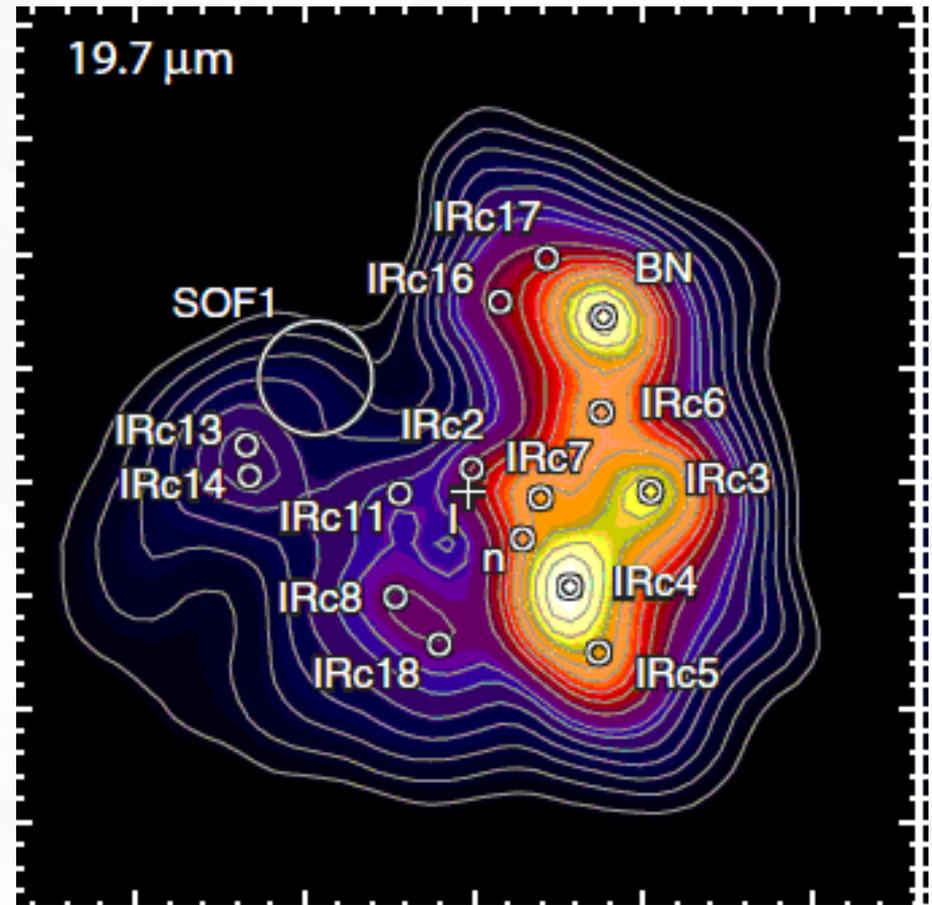
- 1) Paroi cylindrique
- 2) Paroi parabolöide simple
- 3) Paroi parabolöide suivant une loi d'extinction des poussières

IV- Discussions sur les hypothèses

V- Conclusion

I- La région BN/KL

- Située à **1350** al de la Terre
- Zone particulière du nuage d'Orion
- Deux types d'objet : lumineux par eux-même (I, BN et n) et éclairé
- 1" correspond pour la distance Terre-Orion à 415 ua ($6,2 \times 10^{13}$ m)



Carte infra-rouge de la région BN/KL
(de Buizer et al. 2012)

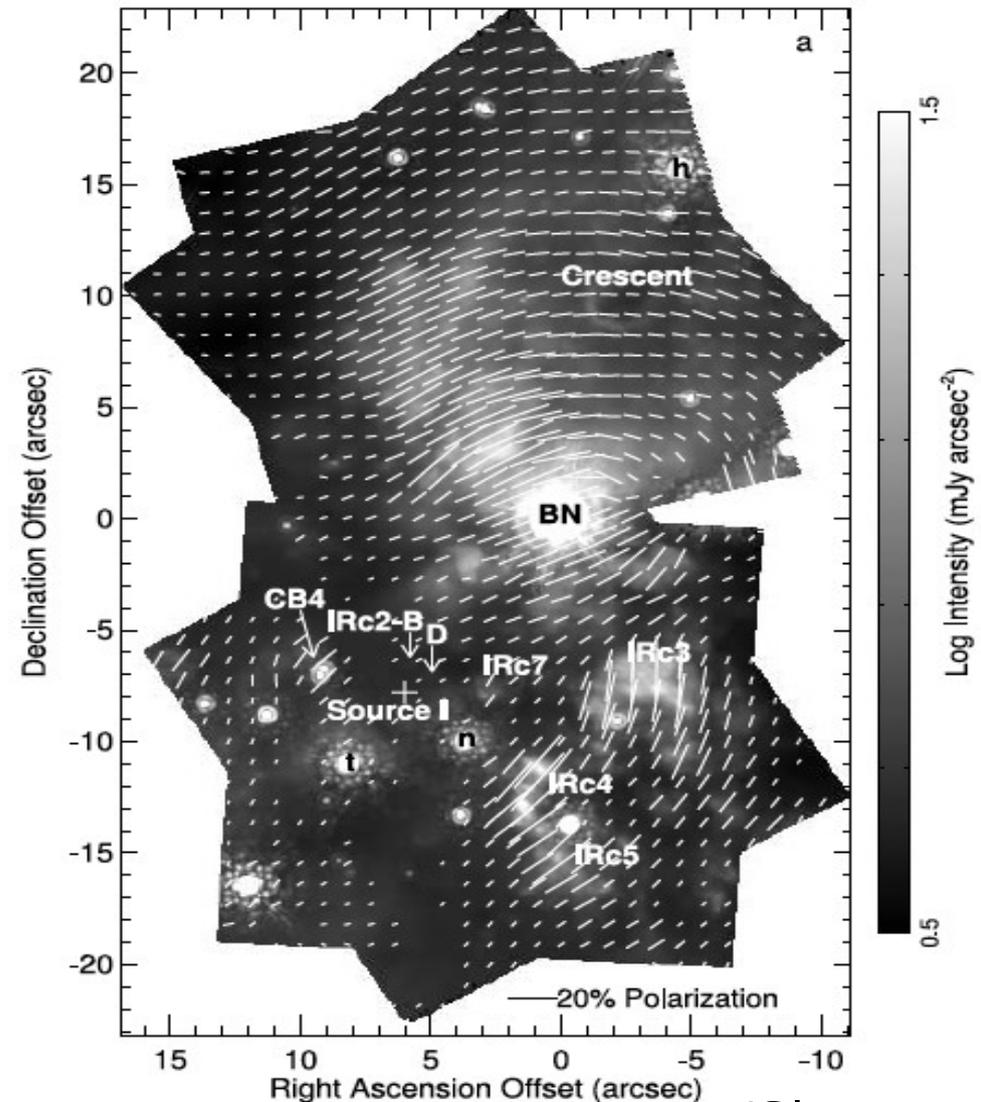
II- Cas d'IRc4

- Nature dépend des interprétations
- Arguments objet éclairé
- Arguments objet lumineux

II- 1) Objet éclairé

Polarisation

- Polarisation des rayons ré-émis par les poussières perpendiculairement suivant le rayon incident



Carte de polarisation de la région (Simpson et al. 2006)

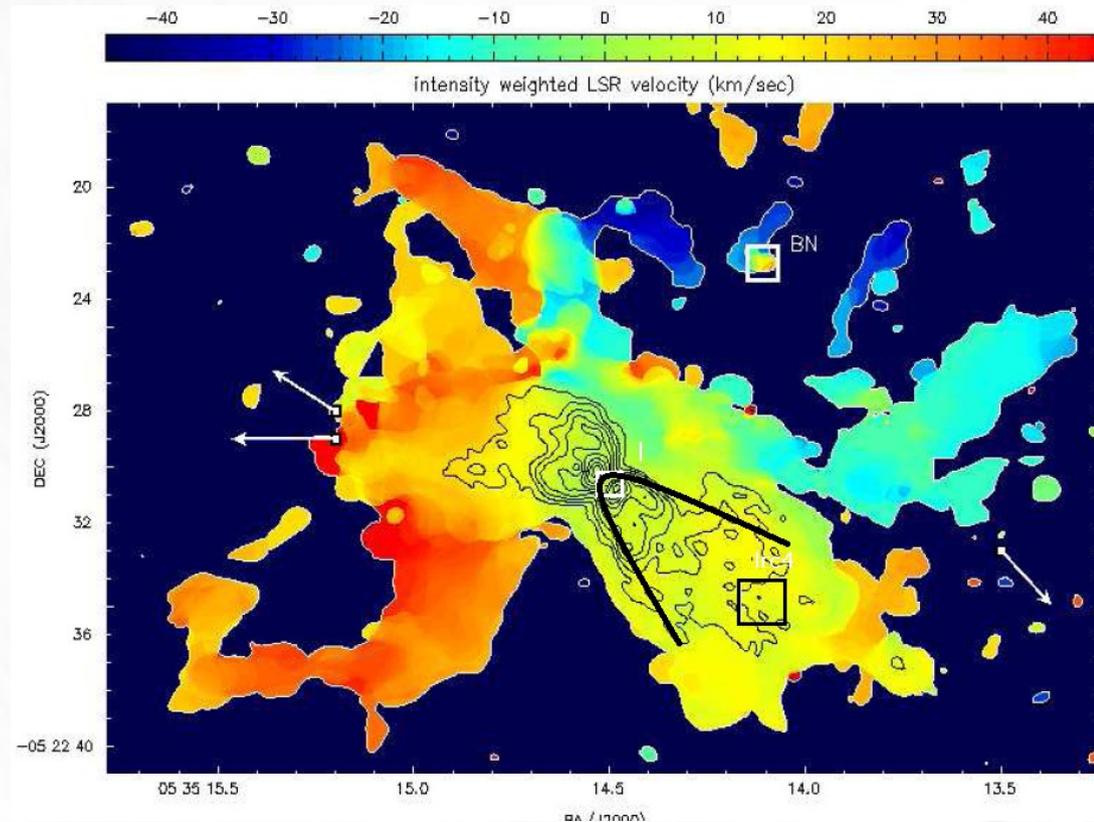
II- 2) Objet lumineux

Intensité

- Estimation de la puissance ré-émise par IRc4 si I est la seule source émettrice de la zone (10^5 luminosités solaires (L_{sol})) : $3 \times 10^3 L_{sol}$
- Luminosité mesurée : entre $1,3$ et $2,9 \times 10^4 L_{sol}$
- Pas suffisante
- Argument étudié lors de ce stage

III- Etude d'IRc 4

- I et IRc 4 compris dans une paroi
- Origine flot bipolaire
- Réémission de ces parois sur IRc 4
- Augmentation de la puissance reçue



Flux de SiO Planbeck et al. 2009

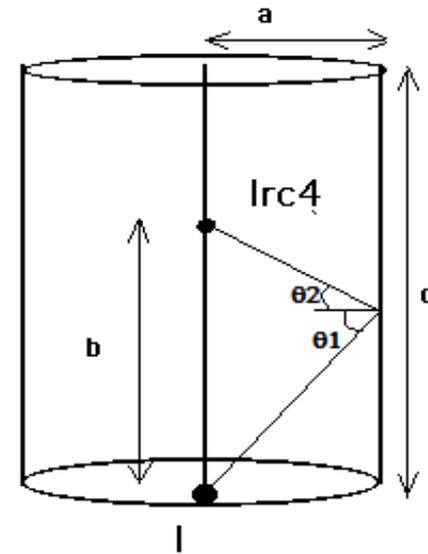
III- Etude d'IRc 4

Plusieurs cas :

- Paroi cylindrique se comportant comme un corps noir
- Paroi parabololoïde se comportant comme un corps noir
- Paroi parabololoïde suivant une loi d'extinction des poussières

III- 1) Paroi cylindrique

- Cas simple
- Paroi totalement absorbante
- Ré-émet tout le rayonnement reçu
- I émet sur un élément de surface qui ré-émet sur IRc 4 ou émet directement sur IRc 4



$$W_{IRc4} = \frac{L_I \cdot \pi \cdot R_{IRc4}^2}{4 \cdot \pi \cdot b^2} + 2 \cdot \pi \int_0^{Y_{max}} \frac{R_{IRc4}^2 \cdot \pi \cdot dW_{paroi} \cdot \cos(\theta_2)}{n \cdot \pi \cdot D_{paroi \rightarrow IRc4}^2} \cdot a \cdot dy.$$

III- 1) Paroi cylindrique

Résultats

- Cas d'une paroi ré-émettant uniquement à l'intérieur :

$$6,4 \cdot 10^3 L_{\text{sol}} \text{ (2 fois le cas direct)}$$

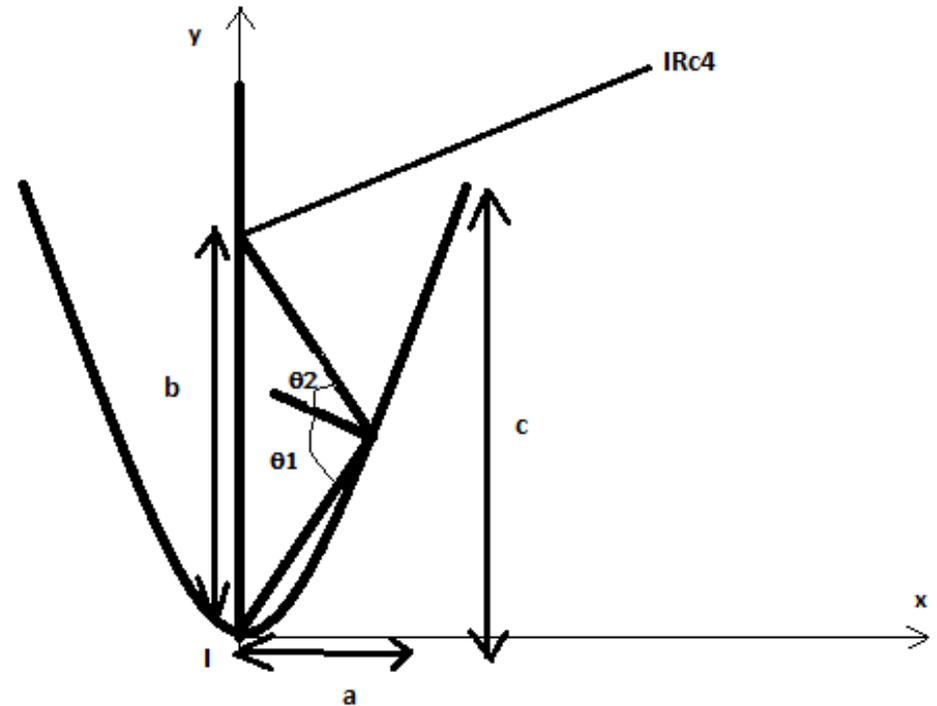
- Cas d'une paroi ré-émettant sur tout l'espace :

$$4,7 \cdot 10^3 L_{\text{sol}} \text{ (1,5 fois le cas direct)}$$

- Important ,mais pas suffisant ($1,3 - 2,9 \times 10^4 L_{\text{sol}}$ mesurés)

III- 2) Paroi parabololoïde simple

- Plus proche de la réalité
- Paroi ayant les mêmes propriétés que la paroi cylindrique



$$W_{direct} = \frac{L_I}{4 \cdot \pi \cdot b^2} \cdot \pi \cdot R_{IRc4}^2$$

$$W = 2\pi \int_0^{\Gamma_{max}} \frac{L_{paroi} \cdot \cos(\theta_2)}{2\pi D_{paroi \rightarrow IRc4}^2} (1/A^2 + 2 \cdot \Gamma/A^2)^{1/2} d\Gamma$$

III) 2) Paroi parabololoïde simple

Résultats

- Cas d'une paroi ré-émettant uniquement à l'intérieur :

$$5,0 \times 10^4 L_{\text{sol}} \text{ (18,4 fois le cas direct)}$$

- Cas d'une paroi ré-émettant sur tout l'espace :

$$2,6 \times 10^4 L_{\text{sol}} \text{ (9,7 fois le cas direct)}$$

- On est dans la plage de puissance désirée
($1,3 - 2,9 \times 10^4 L_{\text{sol}}$)

III- 3) Paroi parabololoïde suivant une loi d'extinction des poussières

- Puissance reçue sur les parois

$$W_{IRcd} = \int_0^{\infty} \int_0^{\Gamma_{max}} \frac{B_{\nu}(T) \cdot (1 - e^{-\tau_{\nu}/\cos(\theta^2)}) \cos(\theta^2) \cdot \pi \cdot R_{IRcd}^2}{2 \cdot \pi \cdot ((\Gamma/A)^2 + (\Gamma^2/A - b)^2)}$$

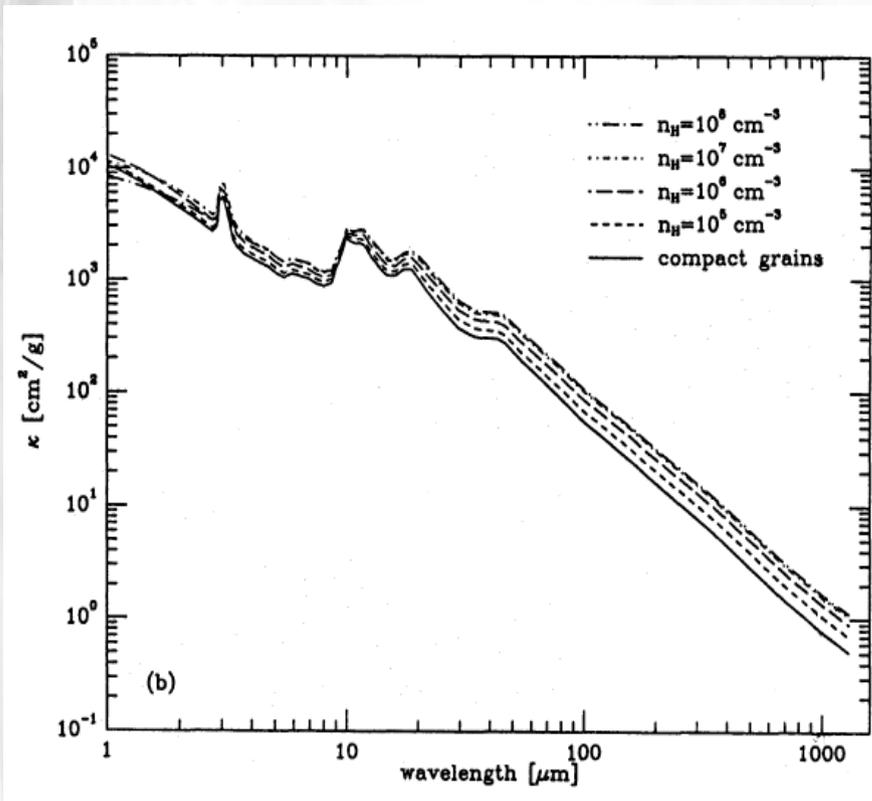
- On ne considère que le cas d'une paroi ré-émettant sur tout l'espace

Suit une loi d'extinction des poussières (donnée par Ossenkopf et Henning en 1994)

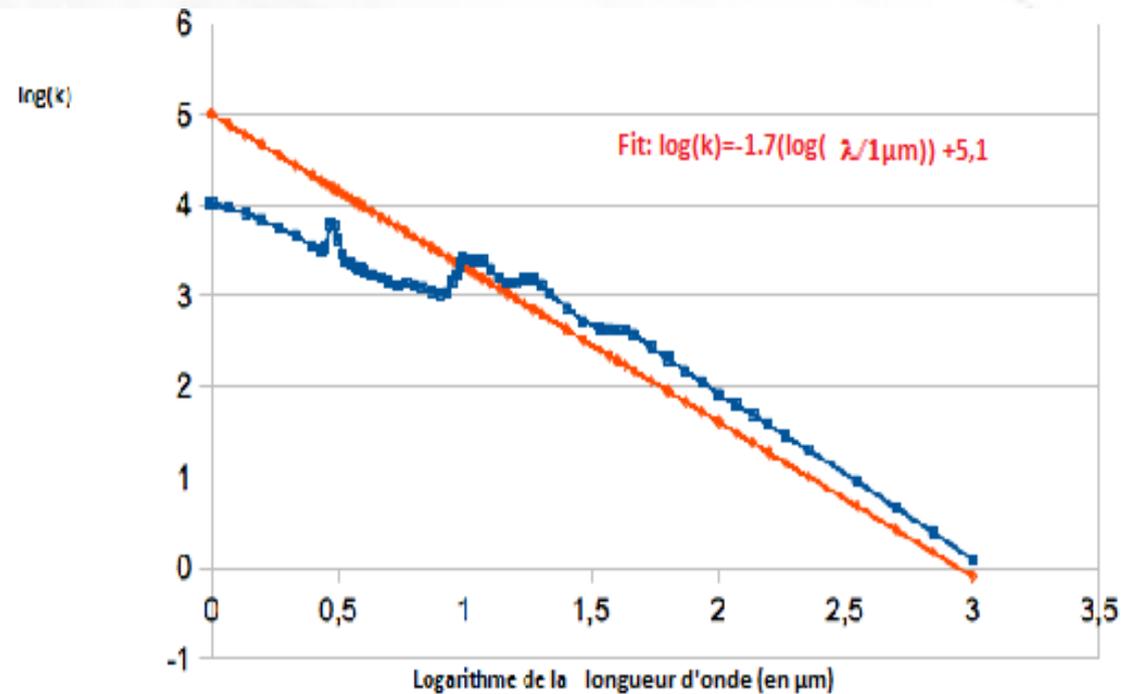
$$\tau_{\nu} = \rho \cdot e \cdot \nu \cdot k_{\rho}^{\nu}$$

III- 3) Paroi parabololoïde suivant une loi d'extinction des poussières

Extinction des poussières



Facteur k suivant les données d'Ossenkopf



Facteur k moyenné et son fit

III- 3) Paroi parabololoïde suivant une loi d'extinction des poussières

Résultats

- Résultats proche du cas simple
- $2,5 \text{ à } 2,6 \cdot 10^4 L_{\text{sol}}$ (9,4 fois le cas direct)
- Toujours dans la fourchette de luminosité désirée ($1,3 \text{ et } 2,9 \times 10^4 L_{\text{sol}}$)

IV- Discussion sur les hypothèses

- Hypothèses parfois simplistes
- Modifient le résultat

IV- Discussions sur les hypothèses

hypothèses

- IRc 4 et I dans une cavité
- IRc 4 sur l'axe de la paroi
- Propriétés d'absorption
- Trou négligeable
- Dimensions de IRc 4 petites

V- Conclusion

- Mise a mal de l'argument d'intensité
- Plusieurs autres cas possibles :
- IRc4 reçoit sa puissance du flux bipolaire rapide qui rentre en collision avec lui
- IRc 4 objets stellaire ou proto-stellaire
- Combinaison de différents cas

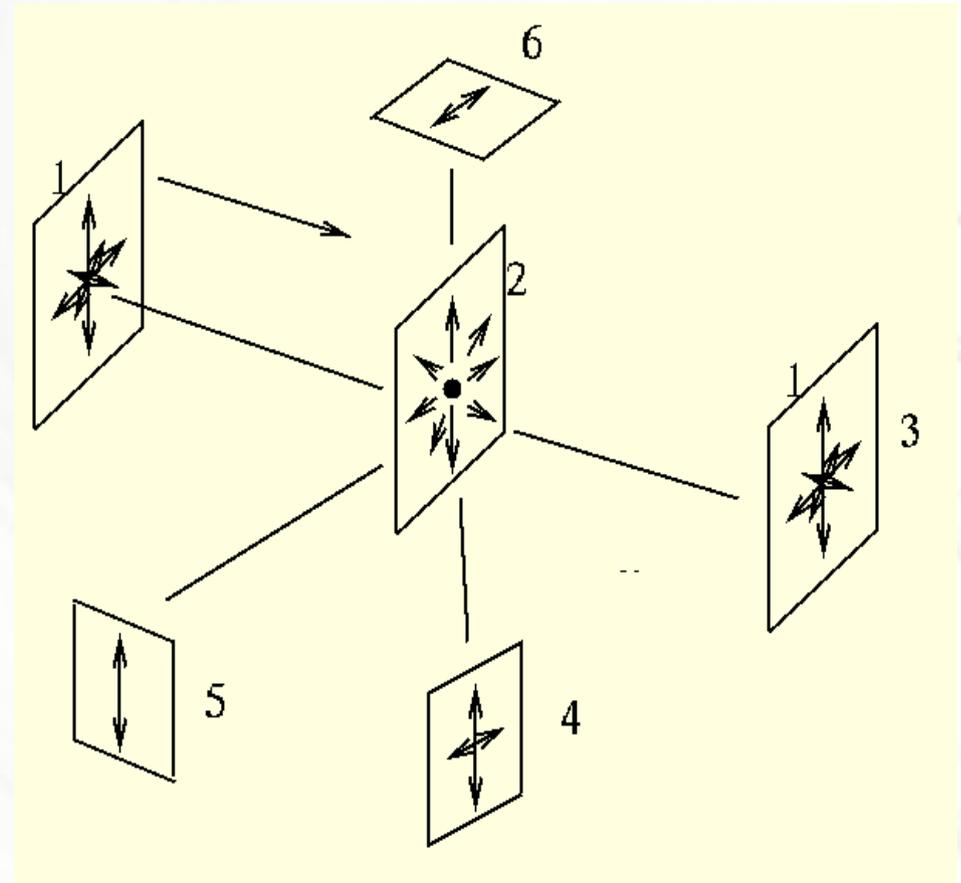
V- Conclusion

Aller plus loin

- Traiter les différents autres cas et les caractériser.
- Essayer les calculs avec des cas plus précis (meilleures approximations sur le spectre d'I ...)

Polarisation

- Polarisation des rayons réfléchis par les poussières suivant le rayon incident.
- Poussières observées suivant l'angle θ
- En observant la polarisation de IRc4, on en déduit que ces rayons viennent de l



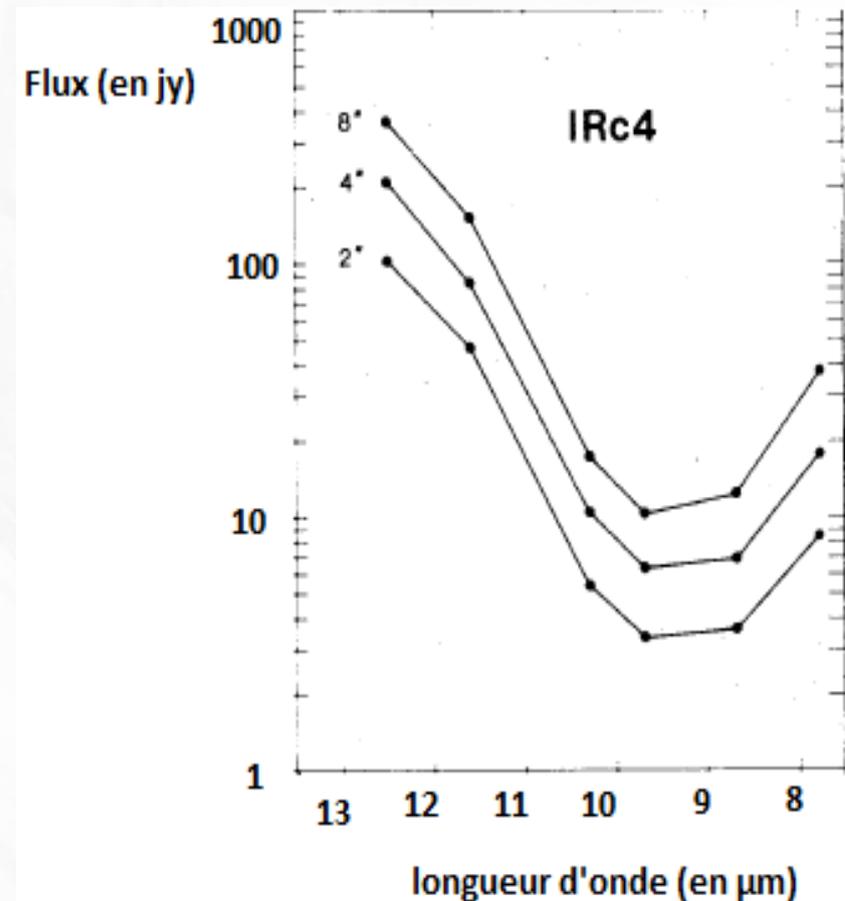
Polarisation suivant l'angle observé (Nadine Manset)

Extension spatiale

- Photons s'enfoncent en moyenne plus ou moins loin dans les poussières environnantes suivant les différentes longueur d'ondes.
- Si IRc 4 objet lumineux, les rayons traverseront les poussières environnantes sur des distances différentes
- Ce n'est pas le cas. S'explique pour un objet éclairé

Pic du silicate

- Si IRc 4 produit sa lumière, lorsque celle-ci est émise, elle se diffuse sur les poussières environnantes. Plus on observe autour d'une zone grande autour de IRc 4, plus le rayonnement devrait être important.
- Or, variation du flux au niveau pic du silicate négligeable par rapport à ce qu'il devrait être.



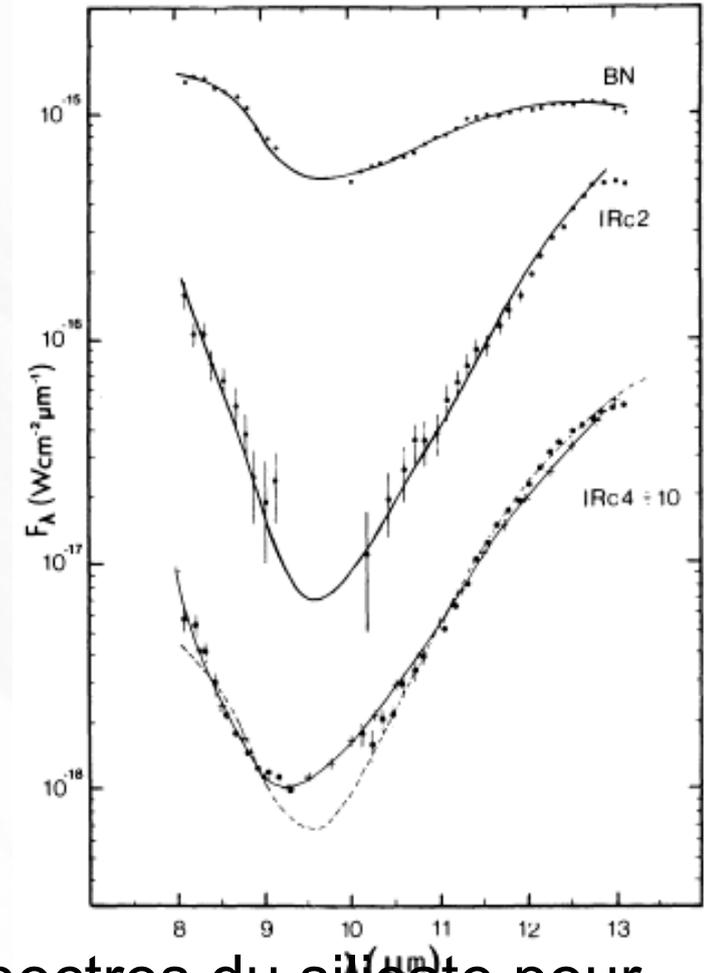
Flux du pic du silicate
(Wynn Williams et al.)

Décalage du minimum d'intensité

- Si IRc 4 objet éclairé, réagit différemment suivant les différentes longueur d'ondes .
- -->Minimum d'intensité a des zones différentes
- Pas le cas

Spectre du silicate

- Spectre très variable
- Ne marche que pour des variations de température très importantes
- Si IRc 4 est un objet éclairé, la température ne varie pas assez pour expliquer le spectre
- IRc 4 produit sa lumière
- *Ne prend en compte que BN*



Spectres du silicate pour
BN IRc 2 et IRc 4 Aitken et al.