

Chapitre 7

Conclusions

Schéhérazade, apercevant le jour, interrompit là son conte. "La suite en est encore plus surprenante, dit-elle, et vous en tomberiez d'accord si le sultan voulait me laisser vivre encore aujourd'hui et me donner la permission de vous la raconter la nuit prochaine".

Les contes de mille et une nuits

Interrompre son discours et conclure n'est pas une chose simple ! Ce qui est vivant se poursuit sans cesse et la conclusion a un parfum de désintéret et de mort. Cela est particulièrement vrai dans les domaines de la recherche scientifique où la perspective d'un édifice un jour achevé est utopique, où chaque jour apporte son raz-de-marée d'événements nouveaux auxquels l'esprit compare anxieusement son acquis et parmi lesquels il tente fébrilement de fixer ses jalons...

Nous donnons ici notre impression générale au terme de ce travail et nous renvoyons le lecteur intéressé par les résultats plus quantitatifs de notre étude aux conclusions respectives des Chapitres 4, 5 et 6.

Nous pensons avoir démontré l'intérêt du phénomène de lentille gravitationnelle en tant que moyen d'investigation astrophysique et cosmologique et qu'il ne s'agit pas simplement de l'incarnation exotique d'une prédiction de la théorie de la Relativité Générale. Ce qui frappe d'ailleurs peut-être avant tout, c'est le naturel et la cohérence avec lesquels ce phénomène s'intègre dans le reste des observations astrophysiques. Nul besoin d'hypothèses spéciales ou d'ajustements fins concernant les lentilles pour expliquer les mirages observés : nos connaissances des galaxies locales suffisent à rendre compte des mirages formés aux confins de l'Univers, de leurs caractéristiques et de leur nombre. À l'inverse, l'observation des mirages gravitationnels confirme les propriétés des galaxies locales sous l'hypothèse simplificatrice d'uniformité (Chapitre 4). Il s'agit là d'un argument majeur en faveur de la confiance que nous accordons à la contrainte obtenue sur la valeur de la constante cosmologique ($\lambda_0 < 0,55$ avec 95% de certitude).

Il apparaît aussi clairement que plus le phénomène de lentille recherché est fréquent,

plus il est faible et vulnérable à la contamination. Par exemple, bien que des associations quasar-galaxies résultent nécessairement du phénomène de lentille gravitationnelle, en pratique on s'attend à ce que la signature soit noyée dans le bruit provoqué par les associations aléatoires. Les biais ou les excès de détection induits par le phénomène de lentille affectent toujours les configurations les plus rares (excès d'associations quasar-galaxies aux très faibles séparations angulaires, surdensité des DLAs avec une densité de colonne très élevée). D'autre part, la formation d'images multiples représente un effet de lentille beaucoup plus facilement identifiable ; il est aussi beaucoup moins probable. Ainsi donc, les deux approches requièrent de vastes échantillons de quasars pour mettre le phénomène de lentille en évidence significativement et l'exploiter éventuellement à des fins astrophysiques et/ou cosmologiques. Quel que soit l'aspect du phénomène de lentille étudié, les quasars très lumineux (HLQs) y sont toujours les plus sensibles (il s'agit à nouveau d'une frange *particulière* de la population des quasars). Cela réduit considérablement la taille des échantillons disponibles et même imaginables au terme d'un inventaire complet des quasars sur le ciel. C'est sans doute là une limitation intrinsèque dans l'étude de ce phénomène. L'observation au sein d'un échantillon d'une seule signature évidente du phénomène de lentille, telle que les images multiples d'un quasar, apporte plus d'informations que plusieurs observations de rapprochements angulaires entre galaxies et quasars. La meilleure stratégie observationnelle consiste donc à isoler des phénomènes rares mais qui ne peuvent être dus qu'au phénomène de lentille (pour cette raison, la recherche des associations QSO-galaxies est théoriquement plus informative dans le proche infra-rouge).

Les résultats de demain seront-ils plus intéressants encore ?

Nous avons dû nous arrêter en laissant quelques coins d'ombre au(x) tableau(x). Parmi ceux-ci, la connaissance et le traitement de l'extinction restent sommaires dans l'analyse statistique des images multiples (Chapitre 4) et inexistantes dans la prédiction des effets de lentille sur la détermination, au moyen des DLAs, du paramètre de densité cosmologique associé à l'hydrogène neutre (Chapitre 6) ; l'évolution du potentiel gravitationnel des défecteurs en fonction du redshift n'a pas été envisagée ; la description des galaxies spirales omet la contribution du disque que les effets d'inclinaison pourrait rendre non négligeables (Blain et al. 1998). Cependant, l'inclusion d'une forêt de nouveaux paramètres mal contraints ou de relations spéculatives n'est pas séduisante. De même, nous avons vu que les erreurs statistiques sur certains paramètres du modèle (paramètres de Schechter ou exposant de la loi de Tully-Fisher) ne modifiaient pas la contrainte statistique sur λ_0 . Nous n'avons pas exploré les conséquences d'erreurs systématiques. En l'absence d'une connaissance plus précise de ces phénomènes par d'autres moyens théoriques ou observationnels, notre conclusion est que l'extinction, l'évolution ou les erreurs systématiques ne peuvent être importantes sans nuire à la cohérence du modèle et à sa capacité à reproduire à la fois le nombre de mirages mais aussi la séparation angulaire entre leurs images ou le redshift des lentilles. De ce point de vue, nous ne nous attendons pas à une remise en question fondamentale de nos résultats.

L'acte humain d'observer le ciel en astronomie perd de son charme et tend même à disparaître devant les impératifs de l'efficacité et l'exigence d'une plus grande objectivité des résultats escomptés. Les futurs projets d'observations automatisées de la voûte céleste, tels que ceux du télescope à miroir liquide (LMT, Borra et al. 1997) ou du Sloan Digital Sky Survey (SDSS, Loveday 1996), mais aussi le Hamburg/ESO survey (HES, Reimers & Wisotzki

1997) produiront des catalogues d'objets où les biais de sélection autres que les biais instrumentaux (connus) auront disparu. Cela constitue un immense avantage pour la recherche de mirages gravitationnels (ou d'associations QSO-galaxies) dans les échantillons de quasars à venir. Concrètement, une meilleure connaissance de la fonction de luminosité des quasars et de l'extinction dans les lentilles sera offerte par leurs comptages en fonction de leur magnitude apparente et de leur redshift. En outre, un échantillon de HLQs possédant les mêmes propriétés statistiques que notre échantillon optique de 1164 HLQs et 2,5 fois plus grand permettrait de transformer l'ensemble de nos résultats certains à 90% en résultats valables avec un degré de confiance de 99%, à *condition* qu'il s'accompagne d'un nombre de mirages accru en proportion dans les divers échantillons de configuration (les propriétés de configuration des mirages individuels apportent beaucoup d'informations). Une incapacité éventuelle du modèle de lentille à reproduire ces observations plus nombreuses pourrait également être mise à jour... Enfin, une plus précise estimation quantitative du phénomène d'association QSO-galaxies pourrait aussi être réalisée.

Sans nul doute, les mille et une nuits à venir de l'astronomie seront très intéressantes. Puissent-elles demeurer merveilleuses...