



NOAO

Une signature po

Sans le savoir, deux radioastronomes ont découvert une nouvelle radiation cosmique à 3 K. Elle pourrait être une des preuves du big bang. La guerre des cosmologies est-elle finie ?

Jean-Marc Bonnet-Bidaud

C'EST un rayonnement somme toute assez banal que viennent de repérer deux chercheurs américains, d'une fréquence à peine plus élevée que celles captées par nos postes de radio. Une particularité, toutefois, le rend peu ordinaire : loin d'être d'origine terrestre, il provient de l'espace. Ainsi, tout anodin qu'il est, il relance une fois de plus la querelle cosmologique entre les tenants de l'Univers stationnaire et ceux de la théorie

évolutionniste, désormais plus connue sous le nom de *big bang*, selon le terme ironique de l'astrophysicien anglais Fred Hoyle.

Si ses deux découvreurs, Arno Penzias et Robert Wilson, du laboratoire de la Bell Telephone à Holmdel (New Jersey, USA) restent assez prudents dans leur article paru dans l'*Astrophysical Journal*, un deuxième texte, dû à Robert Dicke et ses collaborateurs de l'université de Princeton, est lui plus étonnant. D'après eux, il s'agirait d'un rayonnement emplissant tout l'Univers, une sorte de bain de lumière glacée, d'une température inférieure à celle de l'hélium liquide, qui serait le lointain écho d'un temps passé où l'Univers était beaucoup plus chaud.

Cette découverte faite au ras du sol doit néanmoins beaucoup aux récents progrès des techniques spatiales. L'instrument utilisé pour mesurer l'intensité des ondes radio est un radiomètre, un dispositif inventé par Dicke juste après la guerre à l'issue d'études pour l'amélioration des radars. L'antenne radio elle-même, située à Holmdel, était

jusqu'à récemment utilisée pour recevoir les faibles signaux de télécommunication de satellites. Elle est constituée d'un cornet métallique orientable de 6 m d'ouverture, vaste entonnoir canalisant les ondes radio vers un radiomètre refroidi à l'hélium liquide. Les deux radioastronomes Penzias et Wilson avaient décidé de l'utiliser pour chercher à détecter une faible émission radio pouvant provenir du halo de notre galaxie. Durant des mois, ils ont donc cherché à réduire toutes les sources d'émission parasites. Mais, malgré leurs précautions, leur antenne captait en permanence un faible rayonnement. Lorsqu'elle était pointée au zénith, l'énergie reçue par l'instrument équivalait à une température de seulement 6,7° au-dessus du zéro absolu (6,7 K). Une partie, évaluée à 2,3 K, est due à l'atmosphère terrestre car elle augmente lorsque l'antenne ne regarde plus vers le zénith mais est pointée obliquement. Elle intercepte alors une partie plus importante d'atmosphère. Un très faible flux (0,8 K) provient de la Terre et seulement



Si la théorie du big bang est avérée, voici ce que pourrait être l'Univers en évolution, de l'explosion originelle (à gauche) aux planètes (à droite). La découverte du rayonnement cosmique à 3 K pourrait être l'une des preuves de ce schéma.

ur le big bang ?

0,1 K des instruments eux-mêmes. Il reste donc une émission dont l'origine reste inconnue. Sa température est de 3,5 K, avec une incertitude estimée à 1,0 K.

Les observations, commencées en juillet dernier, se sont poursuivies jusqu'en avril dans l'espoir de trouver une explication à cette mystérieuse radiation. Mais aucune cause n'a pu être isolée, malgré les hypothèses les plus variées. Les radioastronomes ont tout d'abord pensé à une perturbation de l'atmosphère par les récents essais atomiques puis à une pollution radioélectrique en provenance de la ville de New York toute proche, mais le rayonnement ne varie pas avec la direction. Il semble venir de l'ensemble de la voûte céleste. Pour cette même raison, des sources astronomiques localisées comme les galaxies doivent être aussi éliminées. Restait l'instrument lui-même qui a été examiné sous toutes les coutures. Joints, câbles, sources de chaleur parasites, tout a été traqué jusqu'aux déjections de pigeons sur l'antenne qui a été soigneusement nettoyée.

Enfin, c'est par le pur hasard d'une conversation téléphonique que Penzias et Wilson ont eu connaissance des travaux actuellement en cours à Princeton, à seulement 60 km de là, car il semble bien dans cette affaire que la Bell Company ait réussi

Penzas et Wilson ont-ils trouvé le rayonnement fossile de l'Univers ?

à brûler la politesse à la prestigieuse Princeton University. On apprend en effet aujourd'hui qu'à l'instigation de Robert Dicke, Peter Roll et David Wilkinson (Princeton) ont entrepris la construction d'une antenne similaire à celle de la Bell, pour tester la théorie de l'Univers oscillant. Selon Dicke, en effet, l'évolution de l'Univers se résumerait en une succession infinie

de phases d'expansion et de contraction. À chaque mouvement de contraction, densité et température augmentent fortement. Toutes les structures préalablement créées sont progressivement détruites et les atomes complexes dispersés sous forme de noyaux simples d'hydrogène, avant que le mouvement ne s'inverse à nouveau en expansion. Ce recyclage permanent de l'Univers doit être trahi, selon Dicke, par l'existence d'une radiation produite à très haute température, à la fin de la phase de contraction. En raison de l'expansion qui s'ensuit, la température de cette radiation diminue ensuite considérablement avec le temps pour atteindre une valeur actuelle estimée à quelque 10 K. Le rayonnement détecté par Penzias et Wilson ressemble fort à cette radiation fossile de l'Univers.

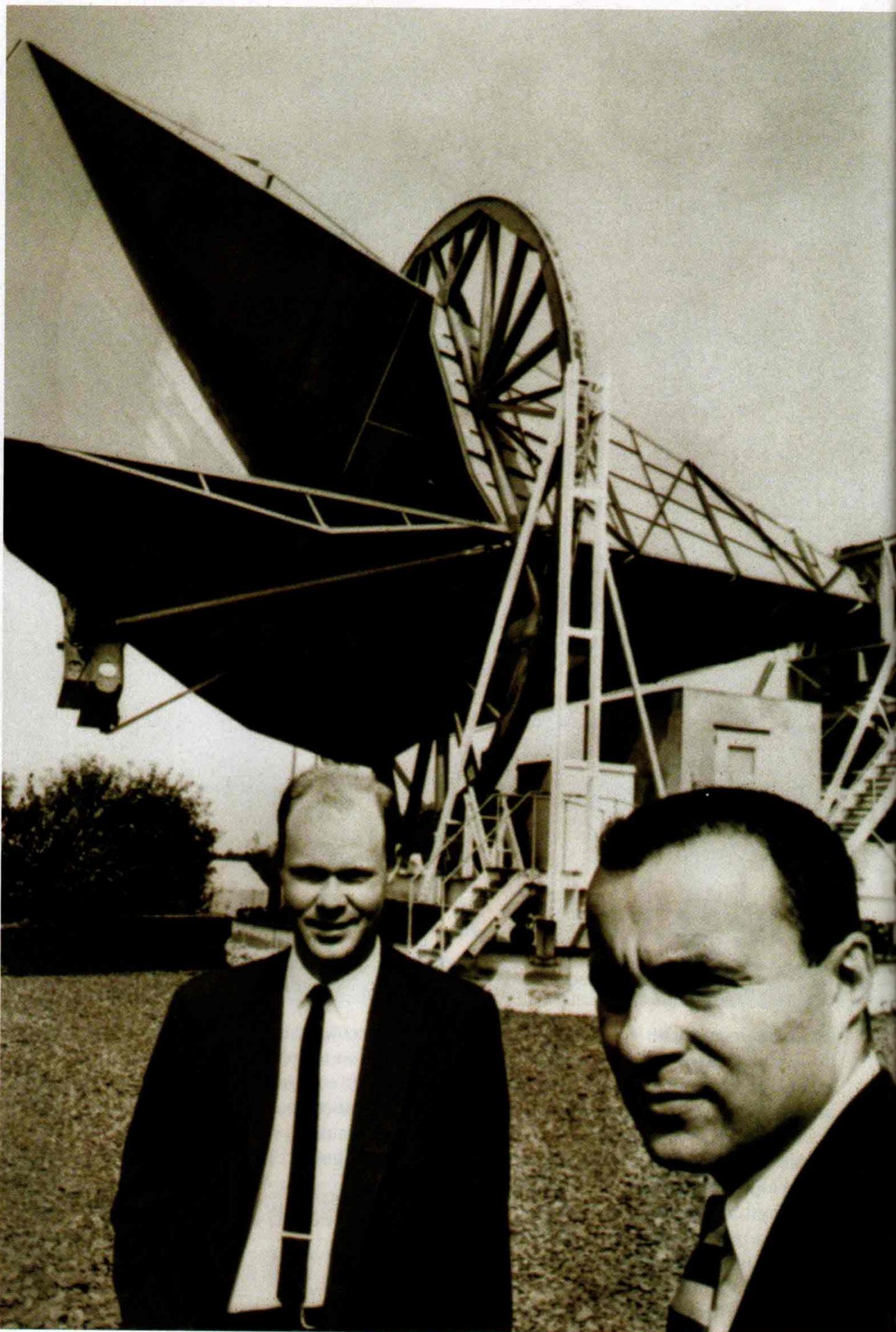
Mais, à la lecture de l'article de Dicke, certains ont déjà fait remarquer que l'idée n'était pas nouvelle. Dès 1948, en effet, Ralph Alpher et Robert Herman, sous l'initiative du physicien d'origine russe George Gamow, avaient déjà calculé qu'une radia-

tion identique était également produite au début de l'expansion dans le cadre du big bang. Ils avaient prédit une température de 5 K. Toute référence à ce travail a été étrangement oubliée dans l'article des astronomes de Princeton.

On apprend également que d'autres chercheurs sont passés bien près de la découverte. En France, dès 1956, le physicien E. Le Roux, en utilisant une antenne radio de l'École normale supérieure, avait mesuré une température du ciel égale à 3 K, à une longueur d'onde légèrement différente, sans toutefois en trouver l'explication.

Avec cette nouvelle radiation cosmique, voici maintenant la cosmologie au milieu du gué. Jamais époque n'aura été aussi passionnante dans la recherche de l'histoire de l'Univers. Depuis maintenant près de vingt ans rivalisent les théories concurrentes. D'un côté, la théorie de l'état stationnaire de l'Anglais Hoyle, avec les Autrichiens Bondi et Gold, de l'autre celle du big bang du Russe Gamow avec, entre les deux, l'Univers oscillant de Dicke.

La cosmologie de l'Univers stationnaire est née en 1948 du refus par Hoyle, Bondi et Gold de considérer comme plausible la création de toute la matière de l'Univers, un jour précis, dans le passé lointain. Le concept de "l'atome primitif" du big bang, cher à Georges Lemaître, leur apparaissait comme une commodité intellectuelle inacceptable pour des physiciens. En lieu et place de cette naissance arbitraire, ils préféraient imaginer une création de matière continue et régulière, tout juste suffisante pour entretenir l'expansion de l'Univers. D'après les mots de Gold, il s'agissait d'imaginer "au lieu d'un miracle unique, une succession d'innombrables petits miracles quotidiens" que la physique pouvait tenter d'expliquer. "Si la matière se crée en permanence, elle réapprovisionne l'espace vidé par l'expansion et l'Univers reste toujours le même." Cette théorie a donc pour vertu séduisante de respecter le "principe cosmologique parfait" dans lequel l'Univers reste identique à lui-même, en tout point et en tout temps.



Lucent Technologies

À cette hypothèse hardie, s'oppose celle d'un big bang : une explosion initiale, à l'origine de l'expansion. Jusqu'en 1952, le big bang souffrait d'un vice rédhibitoire, celui de prédire un Univers dont l'âge calculé était inférieur à celui de la Terre, ce qui lui enlevait beaucoup de crédit ! Mais, depuis une dizaine d'années, ce défaut a été corrigé par de nouvelles mesures de l'expansion et désormais le big bang a de plus en plus de partisans face à la théorie de l'Univers stationnaire, qui a dû à son tour

Penzias et Wilson devant le radiomètre qu'ils ont utilisé pour détecter la nouvelle radiation cosmique venant du fond du ciel, résidu probable du big bang. Tout l'Univers, en serait baigné, à l'image de cet amas de galaxies du Centaure, symbole de l'Univers profond.

affronter plusieurs crises récentes. Il y eut tout d'abord la couleur rouge de certaines galaxies lointaines, puis le comptage des radiosources cosmiques et enfin, il y a tout juste deux ans, la découverte des quasars, ces radiosources si extraordinairement



NOAO

lumineuses qu'elles ont laissé penser que finalement l'Univers n'était pas identique à lui-même lorsqu'on remontait le cours de l'expansion.

Aujourd'hui, cette température du fond du ciel, tout juste 3° au-dessus du zéro absolu, pourrait être un élément capital. Pour beaucoup, cela ne laisse plus de doute. Il s'agit bien de l'écho de la boule de feu originelle. Georges Lemaître y voit *"l'éclat disparu de la formation des mondes"*. Hoyle a, lui, déclaré : *"Dès l'annonce de la découverte, j'ai été inquiet. J'ai senti tout de suite quelque chose de mauvais augure."*

Est-ce donc le point d'orgue de la guerre des cosmologies ? Il est encore trop tôt pour le savoir car bien des vérifications sont encore nécessaires. Tout d'abord, si cette radiation a bien été produite durant une phase chaude et dense de l'Univers, elle doit être présente à plusieurs longueurs d'onde avec une intensité variant très régulièrement selon la loi dite du "corps noir", qui caractérise l'équilibre thermique. Les prochaines mesures de l'antenne de Princeton, en voie d'achèvement, seront capitales et on peut penser que les techniques spatiales permettront même prochainement des observations dans le domaine des ondes millimétriques où le

maximum de la radiation est attendu. Il sera également nécessaire de vérifier que la radiation provient bien uniformément de l'ensemble du ciel.

Mais, même avec toutes ces caractéristiques, il restera encore d'autres possibilités. Par le jeu de l'expansion, beaucoup de causes peuvent en effet produire un tel rayonnement. L'expansion entraîne un décalage vers le rouge de la lumière qui se traduit par un affaiblissement apparent de la température. Une température mesurée de 3 K peut être en réalité une température de 30 K vue avec un décalage vers le rouge de 10, aussi bien qu'une température de 300 K vue avec un décalage de 100. S'agit-il par exemple d'un rayonnement uniforme produit par les premières étoiles de l'Univers ou engendré par le champ magnétique intergalactique ? Les partisans du big bang préfèrent imaginer qu'il s'agit de la première lumière libérée par la matière. Dans la théorie du big bang, cette première lumière ne peut s'échapper qu'au bout de 300 000 ans, époque qui correspond à un décalage vers le rouge de plus de 1000. La seule preuve définitive serait donc la mesure du décalage vers le rouge de la radiation, une perspective qu'aucune méthode ne permet aujourd'hui d'envisager. ■

> retour vers le futur

big bang. Des mesures faites depuis l'espace par le satellite Cobe ont confirmé la forme exacte du "corps noir" avec une température de 2,736 K et la quasi-isotropie de la radiation. Cette trop parfaite homogénéité est devenue aujourd'hui un handicap sérieux pour l'explication de la formation des galaxies.

Ce rayonnement fossile de l'Univers est actuellement un des piliers essentiels du modèle du

OFFRE SPÉCIALE CELESTRON G 8 POINTS DE VENTE PARTICIPANTS

- 01 LES OPTICIENS KRYS SAUNIER - Bourg 04 74 45 38 31
- 02 OPTIQUE DEMONCHAUX - Saint Quentin 03 23 62 63 49
- 04 LOOK OPTIQUE SEBBAH - Digne 04 92 31 01 79
- 05 OPTIQUE ROMAND - Embrun 04 92 43 04 25
- 06 GROSGOGÉAT OPTICIENS - Nice 04 93 88 72 52
- 06 OPT. & VISION VALBOUSQUET - Juan les Pins 04 93 61 18 83
- 07 BAUDOIN OPTICIENS - St Peray 04 75 40 43 00
- 08 VISION PLUS CREPEL - Charleville Mezières 03 24 59 20 20
- 11 OPTIC 2000 MILLET - Carcassonne 04 68 72 01 00
- 11 OPTIC 2000 TOGNAZZONI - Narbonne 04 68 32 14 46
- 12 OPTIQUE DUBOR - Rodez 05 65 68 10 98
- 13 GEANT OPTIQUE - Marseille 04 91 89 70 42
- 14 OPTIQUE SAINT PATRICE - Bayeux 02 31 92 02 54
- 14 LISSAC OPTICIEN - Lisieux 02 31 31 06 71
- 15 OPTIQUE BOISSET - Aurillac 04 71 48 12 86
- 16 OPTIQUE LAVERGNE - Angoulême 05 45 92 20 12
- 17 OPTIQUE SIMONNET - Saintes 05 46 93 02 13
- 18 OPTIQUE TALANDIER - Bourges 02 48 24 35 35
- 19 ARGENTAT OPTIQUE - Argentat 05 55 28 31 11
- 19 OPTIQUE MAZET - Brive 05 55 74 22 47
- 20 ROCADOPTIQUE - Mezzavia 04 95 20 75 59
- 21 OPTIQUE BRUANT - Dijon 03 80 44 16 44
- 22 LISSAC OPT. LE BRETON - St Brieuc 02 96 33 69 69
- 24 OPTIQUE LACHAL - Périgueux 05 53 35 70 50
- 25 LYNX OPTIQUE - Besançon 03 81 88 64 33
- 26 OPTIQUE COLLET - Montélimar 04 75 51 80 45
- 27 OPTIQUE LEMPEREUR - Evreux 02 32 33 51 93
- 28 OPTIQUE BOBET - Chateaudun 02 37 45 58 21
- 28 OPTIQUE DES CHANGES - Chartres 02 37 21 51 39
- 29 OPTIQUE GRENIER - Brest 02 98 44 28 55
- 30 OPTIQUE AFFLELOU - Alès 04 66 52 21 97
- 30 OPTIQUE PROMOTION - Nîmes 04 66 29 21 62
- 31 OPT. LEROY BRINGER - Toulouse 05 61 21 33 81
- 31 OPT. DU CONFLUENT - Pinsaguel 05 61 72 66 96
- 32 OPTIQUE MIGRET - Auch 05 62 05 20 80
- 33 ESPACE OPTIQUE - Bordeaux 05 56 98 55 58
- 34 STE PARISIENNE D'OPTIQUE - Béziers 04 67 62 65 96
- 35 OPTIQUE BOURGEOIS - Rennes 02 99 79 46 37
- 36 ESPACE VISION COLLE - Chateauroux 02 54 34 06 16
- 38 OPTIC 2000 PEYRAUD - Vairon 04 76 05 11 74
- 42 OPTIQUE AUBERGER - Roanne 04 77 71 75 22
- 44 PHARMACIE DE PARIS - Nantes 02 40 48 64 48
- 44 OPTIQUE VACHER - St Nazaire 02 40 66 76 31
- 45 OPTIQUE RAMIREZ - Orléans 02 38 53 37 53
- 46 OPTIQUE MAGE Christian - St Cere 05 65 38 04 68
- 47 OPTIQUE BONNASSIES - Villeneuve / Lot 05 53 70 06 85
- 49 OPTIQUE CHARRIER - Angers 02 47 87 74 05
- 50 OPTIQUE DERIEN - Pontorson 02 33 60 11 34
- 50 OPTIQUE PELISSIER - Cherbourg 02 33 94 60 17
- 51 OPTIQUE MARX - Epernay 03 26 55 24 25
- 54 NEW OPTIC - Nancy 03 83 37 15 88
- 56 L'ASTRONOME - Lorient 02 97 21 00 44
- 58 LOIRE OPTIQUE - Decize 03 86 25 16 35
- 59 OPTIQUE CHOISNET - Avesne / Helpe 03 27 61 16 61
- 59 OPTIQUE VERGEZ - Lille 03 20 54 80 74
- 60 OPTIQUE 60 DELILLE - Noyon 03 44 09 02 22
- 62 LISSAC OPT. GOMEZ - Boulogne 03 21 31 36 38
- 63 OPTIQUE BRAUNSHAUSEN - Issoire 04 73 89 08 86
- 64 LES FRÈRES SIARI - Pau 05 59 98 60 31
- 66 OPTIQUE PROMOTION - Perpignan 04 68 55 41 97
- 67 OPTIQUE AFFLELOU - Strasbourg 03 88 52 00 63
- 68 OPTIQUE BINDA - Mulhouse 03 89 45 43 89
- 69 EQUINOXE - Lyon 04 72 75 03 31
- 69 OPTIQUE TONDEUR - Villefranche 04 74 65 24 83
- 71 OPTIQUE PEROL - Macon 03 85 38 08 00
- 72 OPTIQUE BRACQ - Le Mans 02 43 24 75 19
- 73 LES OPTICIENS PERRIER - Chambéry 04 79 33 57 11
- 74 OPTIQUE ARCADE - St Julien en Genevois 04 50 49 30 51
- 74 OPTIQUE VUAILLAT - Annemasse 04 50 92 11 88
- 75 LA MAISON DE L'ASTRONOMIE - Paris 01 42 77 99 55
- 75 LE TELESCOPE - Paris 01 42 77 39 84
- 76 OPT.-LUNETTERIE Charles REGUIGNE - Le Havre 02 35 41 21 65
- 77 LES OPTICIENS BALOUZAT - Villiers en Bière 01 64 39 82 00
- 77 OPTIQUE 85 - Montereau 01 64 32 03 15
- 78 LES OPTICIENS KRYS - St Germain en Laye 01 34 51 03 95
- 80 OPTIQUE PROMOTION - Glisy 03 22 38 17 10
- 80 OPTIQUE ROBERT - Abbeville 03 22 24 00 20
- 81 WETZ OPTIQUE - Albi 05 63 54 22 65
- 82 OPTIQUE LANIES - Montauban 05 63 63 36 00
- 83 OPTIQUE BREA - Viduban 04 94 73 13 80
- 84 OPTIQUE PROMOTION - Avignon 04 90 89 88 40
- 86 EMARD OPTIQUE - Poitiers 05 49 41 10 21
- 87 OPTIQUE LISSAC - Limoges 05 55 34 37 87
- 88 OPTIC DAVID - St Dié 03 29 56 19 26
- 89 OPTIQUE VATON - Sens 03 86 65 09 07
- 91 OPTIQUE DU CYGNE - La fertè Alais 01 64 57 58 58
- 97 OPTIQUE CHEVILLARD - St Denis La Réunion 02 62 94 85 85

ACCUEIL SERVICE QUALITÉ