



6. RECONSTITUTION D'UN PHYSAUTOTYPE selon le procédé de Niépce et Daguerre. Une résine de pin est fondue pendant quelques heures à 200 °C et versée dans un mortier (a) pour être broyée après refroidissement ; quelques milligrammes de la poudre obtenue sont ensuite dissous dans de l'alcool (b). On verse la solution jaune sur la plaque d'argent support (c). Après évaporation, la plaque est recouverte

de treize ans de travail obstiné, le difficile passage de la science «privée» à la science «publique» peut s'effectuer. Dans cet ambitieux dessein, Nicéphore Niépce va s'associer avec Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1787-1851), son cadet de 22 ans.



de treize ans de travail obstiné, le difficile passage de la science «privée» à la science «publique» peut s'effectuer. Dans cet ambitieux dessein, Nicéphore Niépce va s'associer avec Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1787-1851), son cadet de 22 ans.

Avant d'évoquer les acquis de cette collaboration, il est intéressant de revenir, en fonction de la physico-chimie actuelle, sur les transformations chimiques subies par le bitume de Judée. La molécule photosensible de ce composé est l'asphalène. Constituée d'un feuillet aromatique plan entouré de chaînes aliphatiques, ces molécules s'organisent naturellement en empilements parallèles. Que se passe-t-il sous l'influence de la lumière? Il est admis que les feuillets se lient en fonction de l'intensité de lumière reçue (processus de réticulation par photo-oxydation). L'action des photons restant locale, la résolution est excellente. L'épaisseur de la couche photosensible après dépouillement varie avec les gradations de clair-obscur, ce qui forme l'empreinte de l'image.

En revanche, la sensibilité est très faible. Niépce n'a pas précisément indiqué le temps de pose nécessaire pour obtenir ses «points de vue». Les expériences montrent qu'il était de l'ordre de 40 à 60 heures pour un paysage par temps ensoleillé. Cela correspond à une sensibilité de 10^{-6} ISO! (Les films actuels ont une sensibilité de 100 ISO.)

Associés par contrat le 14 décembre 1829, Niépce et Daguerre se fixent deux objectifs : (1) obtenir directement une image positive, sans passer par un négatif, et (2) raccourcir le temps de pose, qu'ils appellent la «promptitude».

contraste et la densité du positif dépendent donc de la durée de l'exposition à l'iode. Notons que l'iode avait été découvert en 1811 par Courtois et que son action sur l'argent avait été étudiée quelques années plus tard

par Gay-Lussac: Nicéphore était à l'affût des avancées de la chimie.

En 1829, l'inventeur peut estimer avoir rempli le programme qu'ils s'étaient fixé en 1816! Son invention est mûre pour être divulguée au public. Au bout



d'un dépôt de résine blanc (d). Nous souhaitons ici tirer une diapositive grand format posée en contact (e) avec la plaque (temps d'exposition de ce tirage contact : 10 minutes). Après exposition, l'image



encore invisible est placée au-dessus d'une cuvette contenant du pétrole blanc (f). L'image, le palmarium des jardins Albert Kahn, à Boulogne, apparaît sous l'action des vapeurs de pétrole et elle est fixée (g).

L'association avec Daguerre

Niépce transmet à Daguerre sa passion pour la chimie. Pendant quatre ans, jusqu'à la mort de Niépce, Daguerre séjourne, à quatre reprises et parfois jusqu'à deux semaines, à Saint-Loup-de-Varennes pour travailler du matin au soir aux expériences communes. Dans les intervalles, ils communiquent par lettres, et celles de Daguerre ont été conservées. Un long travail d'analyse a permis de reconstituer pour la première fois les travaux des deux associés et de les reproduire en laboratoire.

En deux ans et demi ils mettent au point un nouveau procédé photographique que Niépce nomme le *physautotype* (mot néo-grec savant signifiant «image de la nature par elle-même»). La mince couche photosensible est constituée de résines ou de résidus de distillation de l'essence de lavande. Elle est étendue sur une plaque de métal argenté. Après exposition en chambre noire, la plaque est révélée à la vapeur de pétrole blanc (les raisons physico-chimiques de ces phénomènes ne sont pas encore complètement élucidées). Vue en éclairage oblique, l'image obtenue est positive. La résolution est excellente, les nuances sont bien rendues. Le temps de pose a été réduit à une journée, voire à trois ou quatre heures pour des objets rapprochés.

Les deux hommes savent qu'ils sont tout près d'aboutir. Mais Daguerre insiste pour ne pas divulguer leur invention avant d'avoir atteint le but : un temps de pose d'un quart d'heure au plus. «Dans l'état où sont les arts présentement il ne faut pas arriver à demi, car le moindre perfectionnement

apporté à une découverte fait souvent oublier son premier auteur», avait-il déjà écrit à Niépce, le 12 octobre 1829. Remarque ô combien pertinente!

Après la mort de Niépce (1833), Daguerre continue seul les recherches qui aboutiront au daguerréotype, image obtenue avec de l'iodure d'argent, essentiellement grâce à deux opérations : la première utilisant un révélateur (la vapeur de mercure) et la seconde un fixateur (le chlorure de sodium).

Daguerre comprend – et c'est son idée de génie – qu'il faut à l'invention une consécration scientifique officielle. Sa visite à François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences et homme politique, allait être décisive pour l'avenir de la photographie. L'invention sera présentée au cours de la séance solennelle de l'Institut le 19 août 1839. L'État se porte propriétaire de la découverte, afin d'en «doter libéralement le monde entier». Daguerre et Isidore Niépce, héritier de son père,

reçoivent des pensions à vie. Mais la découverte devait être accompagnée d'un message simple : un seul inventeur. Dans la brochure de présentation de 1839, le texte de la *Notice* de Niépce est assorti de remarques critiques de Daguerre qui se révèlent sans fondement. L'examen des documents permet d'y voir l'influence d'Arago : pour s'imposer, semble penser Arago, un inventeur doit rehausser son propre rôle et dévaloriser celui des prédécesseurs. D'ailleurs, les recherches d'un autre Français contemporain, Hippolyte Bayard, sont passées sous silence.

Les péripéties qui accompagnent la «naissance officielle» de la photographie et son triomphe actuel remettent en lumière l'œuvre du pionnier : Niépce, inventeur de la photographie, a fait le premier pas vers la révolution des images. Il y a plus. Cet autre symbole de la modernité, l'ordinateur, doit beaucoup à la photogravure, dont Niépce est aussi l'inventeur.

Archimède, l'émission franco-allemande de vulgarisation scientifique d'ARTE, présente deux sujets sur «La reconstitution des procédés de Niépce», les 4 et 11 février 1997.

Jean-Louis MARIGNIER est chargé de recherche au CNRS (Laboratoire de physico-chimie des rayonnements de l'Université Paris-Sud). Il est lauréat de l'Académie des sciences (Grand Prix Kodak 1991) et a reçu la médaille de Salverte 1991 de la Société française de photographie.

Michel ELLENBERGER, ancien chercheur en physico-chimie biologique, est journaliste scientifique.

J.-L. MARIGNIER, *À la découverte des héliographies de Niépce*, *Le Photographe*, 1470, 13 (1989).

J.-L. MARIGNIER, *Mystères éclaircis de la plus ancienne photo au monde*, *Le Photographe*, 1480, 50 (1989).

J.-L. MARIGNIER, *Première reconstitution du deuxième procédé photographique au monde*, *Le Photographe*, 1499, 26 (1992).

J.-L. MARIGNIER, *Découverte de l'invention par Niépce et Daguerre d'un procédé photographique à base de colophane*, *Le Photographe*, 1524, 36 (1995).

J.-L. MARIGNIER, *Photochemistry of Asphaltene Films. A Study of the World's first photographic Process and its Invention*, in *J. Imag. Sci.*, 40, 123 (1996).

Le deutérium primordial

CRAIG HOGAN

Les noyaux de cette forme d'hydrogène furent créés dans les premiers instants de l'Univers. La détermination de sa quantité confirme l'existence de matière noire exotique.

Selon la théorie du Big Bang, l'Univers primordial était extraordinairement simple : il ne renfermait aucune structure de taille supérieure à celle des particules élémentaires. La théorie du Big Bang n'est fondée que sur la relativité générale, le Modèle standard de la physique des particules et les lois de la thermodynamique, mais elle semble décrire de manière presque parfaite l'évolution de l'Univers et, en particulier, ses premières étapes.

Les noyaux atomiques synthétisés pendant les premières minutes de l'Univers nous renseignent sur les événements du début de l'Univers, ainsi que sur sa composition et sa structure d'aujourd'hui. Le Big Bang a principalement engendré de l'hydrogène et de l'hélium. Le deutérium, isotope lourd de l'hydrogène, n'a été fabriqué qu'au début de l'Univers ; il révèle donc la jeunesse de celui-ci. Le rapport entre le nombre d'atomes de deutérium et le nombre d'atomes d'hydrogène dépend fortement de l'uniformité et de la quantité totale de matière nucléaire créée lors du Big Bang. Les mesures directes du deutérium présent dans des nuages de gaz anciens, effectuées ces dernières années, promettent un test précis de la théorie du Big Bang.

L'expansion de l'Univers aurait commencé voici 10 à 20 milliards d'années. Tout était alors plus compact et plus dense qu'aujourd'hui. La température de l'Univers âgé d'une seconde était supérieure à dix milliards de degrés, soit 1 000 fois la température au centre du Soleil. À cette température, on distingue mal les différentes formes de matière et d'énergie : les particules nucléaires, les neutrons et les protons, se transforment constamment les uns en les autres, en

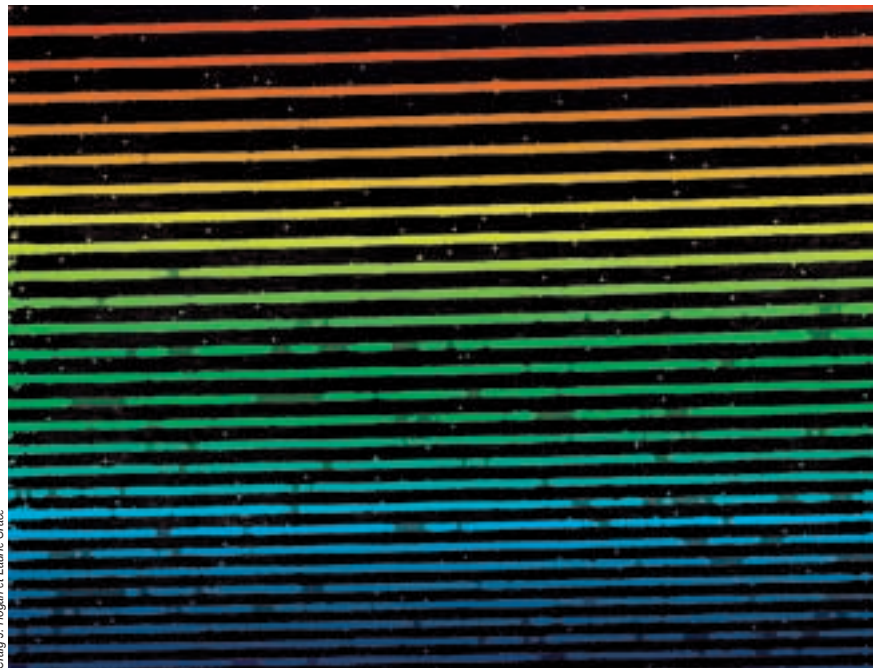
subissant de violentes collisions avec les neutrinos, les positons et les électrons. Comme les neutrons sont un peu plus massifs que les protons, le refroidissement de l'Univers a conduit à la formation d'un nombre supérieur de protons. Lorsque la température a été inférieure à dix milliards de degrés, les transmutations mutuelles ont cessé, et les protons ont été sept fois plus nombreux que les neutrons.

À la sortie de la fournaise primordiale

Quelques minutes après le Big Bang, lorsque la température était voisine d'un milliard de degrés, les protons et

les neutrons se sont associés en noyaux. Les paires composées d'un neutron et d'un proton étaient des noyaux de deutérium, les deutons, qui se combinèrent presque tous en noyaux d'hélium, composés de deux protons et de deux neutrons. Lorsque cet hélium primordial s'est formé, la densité de l'Univers était devenue trop faible pour que des fusions nucléaires ultérieures synthétisent des éléments plus lourds : la quasi-totalité des neutrons se sont retrouvés dans les noyaux d'hélium.

Sans neutrons pour vaincre les répulsions électriques, les protons restants n'ont pu se lier en noyaux d'atomes plus lourds : six protons sur sept subsistent aujourd'hui en tant que



Craig J. Hogan et Laurie Grace

1. LE TÉLESCOPE KECK (à droite), sur le Mauna Kea, à Hawaii, a recueilli la lumière d'un quasar lointain et l'a focalisée sur le détecteur d'un spectroscopie à haute résolution. Le spectre obtenu (ci-dessus) est zébré de lignes sombres, parce que des nuages de gaz, entre le quasar et la Terre, ont absorbé la lumière à des longueurs d'onde spécifiques. L'analyse de cette absorption révèle la présence de deutérium, un isotope lourd de l'hydrogène.